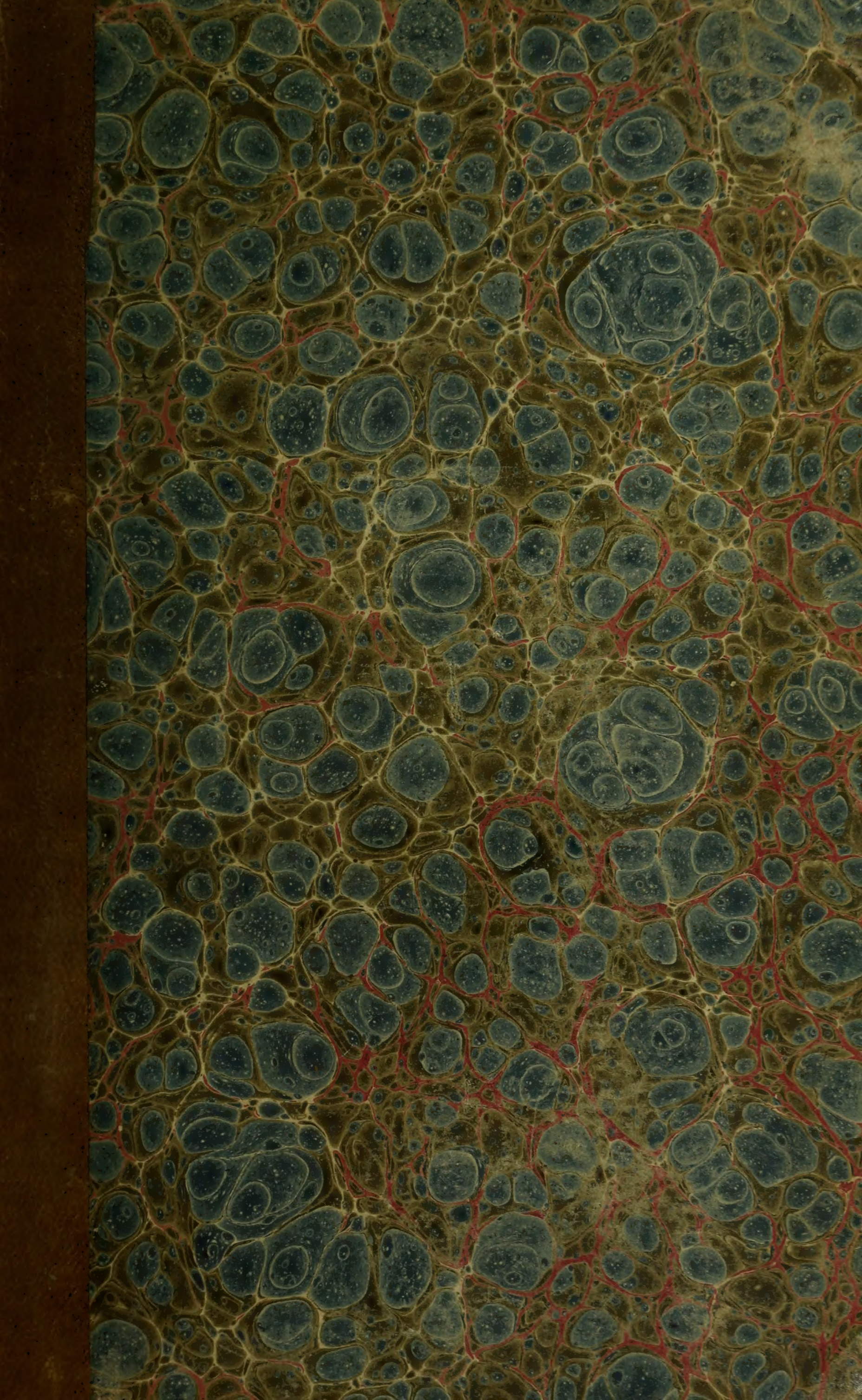


UNIVERSITY OF ILLINOIS
LIBRARY

Class 506
Book AR
Volume Ser. 3, V. 12

[redacted]

Remote Storage

Ja 09-20M

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

Genève. — Imprimerie Charles Schuchardt.

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

TROISIÈME PÉRIODE

TOME DOUZIÈME

GENÈVE

BUREAU DES ARCHIVES, RUE DE LA PÉLISSERIE, 18

LAUSANNE
GEORGES BRIDEL
Place de la Louve, 1

PARIS
G. MASSON
Boulevard St-Germain, 120

Dépôt pour l'ALLEMAGNE, H. GEORG, A BALE

1884

506
AR
Ser. 2, V. 12

Remote
Storage

ACTION DE L'ACIDE IODHYDRIQUE

SUR

QUELQUES COMPOSÉS AROMATIQUES

PAR

Philippe-A. GUYE

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

L'action réductrice de l'acide iodhydrique en solution aqueuse, constatée pour la première fois sur quelques dérivés de la série grasse, est devenue en chimie organique la base d'une méthode générale d'hydrogénation, et son application aux corps aromatiques a donné des résultats aussi intéressants qu'inattendus. En effet, on a non seulement réussi à obtenir par ce procédé la plupart des effets réalisés à l'aide d'autres agents réducteurs, mais un emploi convenable de l'acide iodhydrique a permis de réduire des composés qui avaient résisté jusqu'alors à toute tentative de ce genre.

Cependant, ce n'est point du jour au lendemain que la nouvelle méthode a atteint le degré d'importance auquel elle est parvenue. D'un intérêt purement théorique au début, elle a dû, avant de se généraliser, subir des perfectionnements successifs, et sa forme actuelle est le résultat d'une série de travaux que nous nous proposons d'analyser.

150353

Déjà en 1855, MM. Berthelot et de Luca[1] avaient démontré que certains composés de l'iode exercent une action réductrice sur plusieurs substances organiques. Ils traitèrent la glycérine par l'acide iodhydrique gazeux, dans l'espoir d'obtenir des éthers halogènes de cet alcool triatomique, analogues à ceux des éthers monoatomiques (iodure d'éthyle, etc.), et l'expérience n'ayant pas vérifié leurs prévisions, ils eurent l'idée de remplacer l'acide gazeux par ce que l'on appelait alors l'acide iodhydrique naissant; on sait que dans ce but on fait réagir, sur l'alcool à transformer en éther, un mélange d'iode et de phosphore; il se forme de l'iodure de phosphore qui, décomposé par l'alcool de la même manière que par l'eau, produit un dégagement d'acide iodhydrique. Cette réaction n'ayant pas donné de meilleurs résultats, ils cherchèrent à produire un dégagement d'acide iodhydrique naissant à une température plus élevée, en chauffant à 275° la glycérine avec l'iodure de phosphore même, ce qui leur donna en revanche une réaction parfaitement nette. La glycérine $C_3H_8O_3$ fut transformée en partie en iodure d'allyle C_3H_5I, et en partie en propylène C_3H_6.

Berthelot[2] poursuivit l'étude des propriétés réductrices des composés de l'iode. A l'aide de l'iodure de potassium et de l'eau à 275°, il parvint à transformer un certain nombre de dérivés bromés et chlorés (éthylène dibromé $C_2H_2Br_2$, dichlorure d'éthylène $C_2H_4Cl_2$, dibromure de propylène $C_3H_6Br_2$, trichlorhydrine $C_3H_5Cl_3$ etc.) en leurs hydrocarbures fondamentaux. Enfin, il constata que l'acide iodhydrique peut aussi être utilisé à l'état

[1] *Ann. chim. phys.* (3), 43, 257.
[2] *Ann. chim. phys.* (3), 51, 54.

gazeux pour des réductions et il s'en servit pour convertir le sulfure de carbone en méthane[1]. On pouvait dès lors regarder toutes ces réductions comme précédées très probablement de la formation d'une certaine quantité d'acide iodhydrique.

En tout cas, quelle que soit la cause de ces réactions, il était évident que certains composés de l'iode peuvent présenter dans des conditions convenables des propriétés réductrices tout à fait positives. Il ne s'agissait plus que de trouver un moyen pratique de les mettre à profit. Ce procédé fut découvert par LAUTEMANN[2], en 1860. Après avoir vainement essayé tous les moyens de réduction alors connus, il réussit à transformer l'acide lactique $CH_3.CHOH.CO_2H$ en acide propionique $CH_3CH_2CO_2H$, grâce à l'emploi de l'acide iodhydrique à l'état de solution aqueuse saturée à froid. Il remarqua que dans ces conditions la réduction commence déjà à la température ordinaire, et qu'il suffit pour la rendre complète, de chauffer en tubes scellés jusqu'à 140°. Un abondant dépôt d'iode dans les tubes prouva en même temps que l'hydrogène nécessaire à la réaction provient réellement de la décomposition de l'acide iodhydrique, et cela d'après l'équation fort simple :

$$IH = I + H.$$

Ces résultats venaient à peine d'être publiés, que SCHMITT[3], en Allemagne, et DESAIGNES[4], en France

[1] *Ann. chim. phys.* (3), 53, 145.
[2] *Ann. chem. pharm.*, 113, 217.
[3] *Ann. chem. pharm.*, 114, 106.
[4] *Comptes rendus*, 50, 759.

firent une application immédiate du procédé de Lautemann en transformant, chacun de leur côté, l'acide malique $CO_2H.CH_2.CHOH.CO_2H$ et l'acide tartrique $CO_2H.CHOH.CHOH.CO_2H$ en acide succinique $CO_2H.CH_2.CH_2.CO_2H$ (1860).

Peu après Wanklyn et Erlenmeyer[1] obtinrent l'iodure d'hexyle en distillant la mannite dans un courant d'anhydride carbonique, en présence d'un grand excès d'acide iodhydrique concentré (1861).

$$C_6H_{14}O_6 + 11HI = C_6H_{13}I + 6H_2O + 5I_2$$

Laissées de côté pour quelque temps, ces études ne furent reprises qu'en 1863 par Lautemann[2] ; parmi ses nouvelles recherches il convient de citer son remarquable travail sur la réduction de l'acide quinique. Frappé du fait que cet acide ne donnait pas de produit de réduction plus riche en hydrogène que l'acide benzoïque, Lautemann admit que la réaction devait présenter deux phases : 1° réduction de l'acide quinique en un acide hypothétique dont il donnait la formule $C_7H_{12}O_2$; 2° destruction de ce composé par l'action de l'iode devenu libre dans la première phase. Il pensa donc, qu'en supprimant cette action destructive de l'iode libre, on parviendrait peut-être à isoler l'acide hypothétique. Dans ce but, il introduisit un peu de phosphore dans les tubes scellés ; mais cette modification, qu'il considérait comme un heureux perfectionnement apporté à sa méthode, ne lui donna pas les résultats qu'il en attendait et passa inaperçue.

[1] *Proc. Lond. R. Soc.* 11, 447. — *Ann. chem. pharm.* 125, 253. — *Ann. chim. phys.* (3), 65, 364.

[2] *Ann. chem. pharm.*, 125, 12.

Nous retrouvons cette modification exposée de nouveau l'année suivante (1864) par DE LUYNES [1], dans ses travaux sur la réduction de l'érythrite. Selon lui les avantages qui résultent de l'emploi de l'acide iodhydrique en présence du phosphore rouge se résument en une économie d'acide iodhydrique, une concentration suffisante pendant toute la durée de la réaction, et surtout un moyen de neutraliser l'effet destructeur de l'iode devenu libre. De Luynes qui avait presque toujours opéré en vase ouvert, donc sans danger d'explosion, ne donne aucun détail précis sur les proportions relatives d'acide et de phosphore à employer.

Nous arrivons maintenant au premier travail théorique sur les réductions par l'acide iodhydrique, travail publié en 1864, par KÉKULÉ [2] ; en voici les conclusions. Dans la réduction des acides-alcools (transformation de l'acide glycolique en acide acétique, de l'acide lactique en acide propionique, des acides malique et tartrique en acide succinique, etc.), il faut distinguer deux phases : 1° formation d'un acide iodé dû à la substitution de l'iode à l'hydroxyle alcoolique ; 2° réduction de cet acide iodé en son acide type. Kékulé se basait d'une part sur le dédoublement de l'acide iodhydrique en iode et hydrogène, d'autre part sur la transformation à l'aide de l'acide iodhydrique, des acides iodo-acétique, iodo-propique, etc., en acides acétique, propionique, etc., propriété qu'il avait du reste constatée lui-même antérieurement.

Kékulé allait même plus loin : « la réduction, disait-il, exige toujours la formation préalable d'un éther de l'acide

[1] *Bull. Soc. chim.* (2), 1, 166.— *Ann. chim. phys.* (4), 2, 385.
[2] *Ann. chem. pharm.*, 131, 211.

iodhydrique ; elle n'est donc possible qu'avec les corps contenant de l'hydrogène alcoolique. »

Cette conclusion extrême qui était justifiée à une époque où seuls les alcools et les acides-alcools avaient été soumis à l'action réductrice de l'acide iodhydrique, est maintenant en opposition avec un nombre considérable de faits. Ce point excepté, la théorie de Kékulé conserve toute sa valeur ; on l'a même appliquée récemment à un cas où la réduction a pour effet de remplacer l'hydroxyle acide par l'hydrogène (transformation de l'acide triphényl-méthane-carbonique en bihydrure de phénylanthracène, Bæyer[1]).

La première série d'études concernant les réductions par l'acide iodhydrique s'arrête au travail de Kékulé ; la question ne se trouvait alors guère plus avancée qu'après les premières publications de Lautemann. On attribuait les résultats obtenus à une propriété curieuse de l'acide iodhydrique, ne se manifestant que dans quelques cas isolés. Ainsi restreint et limité le sujet n'offrait point encore un grand intérêt, surtout si on le compare aux importantes questions qui se débattaient alors. Un vaste domaine à explorer venait de s'ouvrir devant des théories aussi nouvelles que fécondes, les formules de constitution du benzol et de ses nombreux dérivés faisaient leur première apparition dans la science, et la vérification expérimentale de ces théories allait passionner momentanément tous les esprits. L'étude des propriétés réductrices de l'acide iodhydrique se trouva donc abandonnée, pour quelques années du moins.

Elle fut reprise vers 1868, par Berthelot qui plaça

[1] *Ann. chem. pharm.*, 202, 61.

la question sur un nouveau terrain. Au lieu de chercher à réaliser certaines réductions présentant plus ou moins d'intérêt dans tel ou tel cas particulier, il fit avant tout une étude de la méthode, chercha à en obtenir les plus grands effets aussi bien que les plus faibles, l'appliqua à toute espèce de combinaisons, aux corps gras comme aux corps aromatiques, aux composés simples comme aux composés complexes, aux matières azotées, aux matières charbonneuses même (bitumes, etc.); en un mot Berthelot montra le premier l'immense parti que l'on pouvait tirer de ce procédé de réduction.

Cet important travail est relaté dans un certain nombre de publications qui ont paru de 1867 à 1869 [1]; elles ont servi de base à un mémoire [2] que l'auteur fait précéder de considérations générales, confirmées par les travaux récents de Lemoine [3] sur la dissociation de l'acide iodhydrique. L'importance de ces vues générales nous engage à entrer dans quelques développements à leur sujet.

Il est d'abord nécessaire de rappeler que cette exposition théorique s'applique tout spécialement au mode d'opérer adopté par Berthelot, qui s'est servi presque exclusivement de solutions d'acide iodhydrique saturées à 0° ($d = 2{,}0$, contenant 67 °/₀ HI pur). Mais, de fait, les conclusions de ce chimiste restent vraies pour les modifications de la méthode que nous exposerons plus tard et

[1] *Bull. Soc. chim.* (2) : Série grasse : 7, 53 ; — 9, 14. — Série aromatique, 9, 16 et 91 ; — 10, 192. — Corps azotés, 9, 178 ; — 10, 192. — Carbures complexes, 9, 265 ; — 11, 4. — Série camphénique, 11, 15, 98 et 187. — Matières charbonneuses, 11, 279.

[2] *Ann. chim. phys.* (4), 20, 393.

[3] *Ann. chim. phys.* (5), 12, 145.

dans lesquelles l'acide iodhydrique se produit un peu différemment.

Bien que les expériences les plus nombreuses aient été faites sur l'acide iodhydrique gazeux, on sait maintenant que, soit le gaz iodhydrique, soit ses dissolutions aqueuses éprouvent, en vase clos et sous l'action de la chaleur, une décomposition parfaitement limitée; c'est-à-dire, qu'après quelques heures de chauffe à une température déterminée, il arrive un moment à partir duquel le rapport de la quantité d'hydrogène devenu libre à celle de l'hydrogène encore combiné à l'iode (rapport qui dépend de la température, de la pression et de la nature des corps en présence), reste invariable, quel que soit le temps pendant lequel on prolonge l'action de la chaleur. Supposons donc cette limite atteinte; si, dans ces conditions, une certaine quantité d'hydrogène vient à être retirée du vase clos servant à l'expérience, ou bien se fixe sur les composés organiques en présence, une nouvelle quantité d'acide se décomposera jusqu'à ce que l'équilibre entre l'hydrogène, l'iode et l'acide iodhydrique se soit rétabli. Dans la réduction des corps organiques le phénomène se répètera donc jusqu'à ce que la substance soit entièrement réduite et, à ce moment, un équilibre final s'étant établi, toute réaction cessera. La production d'hydrogène naissant et la réduction sont donc deux phénomènes subordonnés, dont l'un est la conséquence inévitable de l'autre. Un abondant dégagement d'hydrogène, inutile à la réaction, ne peut se produire, comme cela arrive dans les réductions avec l'amalgame de sodium, ou avec les acides en présence des métaux; car il se peut alors que la totalité de l'hydrogène se dégage avant que la réduction soit complète.

Mais allons plus loin ; si l'on étudie la vitesse avec laquelle est atteinte la limite de dissociation que nous venons de considérer, on remarque qu'au-dessous de 400° on n'y parvient qu'après un temps très long. La présence de certains corps peut augmenter la vitesse de la réaction, mais dans aucun cas le phénomène ne se produit brusquement. En conséquence, le dégagement de chaleur accompagnant la réduction ne s'effectue que peu à peu, et toute réaction tumultueuse et violente qui pourrait diminuer la valeur des rendements devient impossible.

L'étude des conditions thermochimiques — et ceci constitue une des parties les plus intéressantes du mémoire de Berthelot, — prouve du reste que la décomposition de l'acide iodhydrique aqueux au-dessus de 200° se fait avec absorption de chaleur (excepté pour les premières portions qui se décomposent avec dégagement de chaleur), tandis que l'hydrogène se fixe en général sur les combinaisons organiques en dégageant de la chaleur. Ces deux effets thermiques tendent donc à s'annuler réciproquement, ce qui diminue encore l'influence perturbatrice de la chaleur dégagée pendant les réactions.

Les données thermochimiques rendent également compte de la nécessité d'employer un excès d'acide iodhydrique pour obtenir des réductions complètes, bien entendu, lorsqu'on opère avec une simple dissolution aqueuse, sans ajouter de phosphore. En effet, l'acide iodhydrique en solution concentrée et réagissant en tubes scellés se décompose au début de la réaction en dégageant $+ 3600^{cal.}$ [1], pour 1 molécule HI décomposée ;

[1] Toutes ces données thermiques sont un peu différentes de celles

mais les quantités de chaleur dégagées décroissent rapidement jusqu'à $0^{cal.}$ à mesure que la concentration de la solution faiblit ; puis la décomposition continue avec absorption de chaleur jusqu'à — $15000^{cal.}$, ce dernier chiffre se rapportant à une solution très diluée. Or, comme l'hydrogène en se fixant sur les corps organiques dégage rarement plus de 5 à $6000^{cal.}$, pour 1 atome H, la réduction s'arrêtera dès que la concentration du liquide se sera abaissée au point d'exiger plus de 5 à 6000^{c} pour la décomposition d'une nouvelle molécule HI. Il est donc urgent d'employer un excès de solution iodhydrique pour obtenir une réduction complète avant que soit atteint le degré de dilution où toute réaction cesse.

Enfin les données thermochimiques rendent compte de ce fait que ni l'acide chlorhydrique, ni l'acide bromhydrique n'agissent comme réducteurs dans les mêmes conditions que l'acide iodhydrique. Comparons en effet les quantités de chaleur mises en jeu dans la décomposition des trois hydracides à l'état gazeux.

$$\text{à } 215^\circ \left\{ \begin{array}{lll} \text{HI gaz} = \text{H gaz} + \text{I gaz} & = + & 600^{cal.} \\ \text{HBr » } = \text{H » } + \text{Br »} & = - & 14000 \text{ »} \\ \text{HCl » } = \text{H » } + \text{Cl »} & = - & 22000 \text{ »} \end{array} \right.$$

consignées dans le mémoire de M. Berthelot ; dès lors certaines données ont été fixées d'une manière plus exacte ; d'autres à l'absence desquelles il avait fallu suppléer dans les calculs par des hypothèses ont été déterminées expérimentalement. Tous les chiffres cités dans ces pages ont été obtenus en répétant les calculs de M. Berthelot à l'aide des données les plus sûres consignées dans son traité de *Mécanique chimique*, ainsi que de celles tout à fait nouvelles de Strecker sur les chaleurs spécifiques de l'iode gazeux, des gaz bromhydrique et iodhydrique (*Pogg. Ann.* Nouv. série, 17, 102).

Il suffit de jeter les yeux sur ces chiffres pour comprendre que la décomposition d'une molécule d'acide iodhydrique gazeux n'exige le secours d'aucune énergie étrangère, et que tel n'est plus le cas pour l'acide bromhydrique et pour l'acide chlorhydrique.

Lorsque la décomposition a lieu en solution aqueuse — et c'est en général le cas des réductions en tubes scellés — c'est encore l'acide iodhydrique qui se dédouble le plus facilement en ses éléments, car l'effet de la dissolution doit être à peu près le même sur chacun des trois hydracides, et par conséquent, doit modifier de la même manière chacun des chiffres précédents. Les nombres de calories obtenus en calculant les effets thermiques correspondant à ces décompositions en solution aqueuse présentent entre eux à peu près les mêmes différences que les précédents ; cependant la marche suivie dans le calcul présente encore quelques incertitudes, surtout pour l'acide chlorhydrique et l'acide bromhydrique. Nous laissons donc de côté ces données numériques en faisant remarquer que les conclusions qu'on en tire sont confirmées par l'expérience ; on ne connaît pas d'exemples où les acides chlorhydrique et bromhydrique agissent comme réducteurs à la façon de l'acide iodhydrique. Dans les quelques cas où ces deux premiers acides peuvent produire des effets réducteurs, on remarque que la réaction n'est plus une simple réduction, mais qu'elle est accompagnée de phénomènes secondaires modifiant nécessairement les conditions thermiques. Ainsi le chlore et le brome entrent parfois en réaction (transformation, sous l'action de l'acide bromhydrique, du nitrobenzol en dibromaniline et en tribromaniline, BAUMHAUER[1] ; ou de

[1] *Berichte*, 2, 122. — *Ann. chem. pharm.* Suppl. 7, 204.

l'azobenzol en dibromaniline; WERIGO [1]) ; d'autres fois le chlore et le brome n'entrent pas en réaction, mais il se produit un changement moléculaire (transformation de l'azobenzol en benzidine à l'aide des acides bromhydrique et chlorhydrique, WERIGO [2]). D'ailleurs dans tous ces cas l'hydrogène se fixe sur l'azote et non pas sur le carbone ; il ne s'agit donc pas ici de véritables réductions organiques.

En résumé, les principales conclusions qui ressortent de la lecture de l'important mémoire de Berthelot, nous semblent donc parfaitement établir la supériorité de la méthode de réduction par l'acide iodhydrique sur toutes les autres méthodes ; c'est là ce qui nous a engagé à nous étendre un peu sur ce sujet. Soit au point de vue des résultats expérimentaux, soit au point de vue des considérations théoriques, l'acide iodhydrique en tubes scellés est actuellement l'agent réducteur par excellence : l'hydrogène naissant ne se dégage jamais que selon les besoins de la réaction, même à des températures élevées ; ce dégagement n'est jamais brusque ; la chaleur produite dans les réactions est toujours très faible et se rapproche de $0^{cal.}$ à mesure que la réaction se prolonge. Ce sont là autant de conditions que ne réalise encore aucune autre méthode de réduction.

Peu de temps après la publication des travaux de Berthelot et dans l'intention d'en vérifier quelques conclusions, BÆYER [3] proposait une nouvelle méthode basée sur la décomposition de l'acide iodhydrique gazeux. A

[1] *Ann. chem. pharm.*, 165, 202.
[2] *Ann. chem. pharm.*, 135, 176.
[3] *Ann. chem. pharm.*, 155, 266.

cet effet Bæyer introduit dans les tubes scellés les corps à réduire avec de l'iodure de phosphonium. Sous l'action de la chaleur, cette substance se décompose en hydrogène phosphoré et en acide iodhydrique ; ce dernier, à son tour, en présence de corps capables de fixer de l'hydrogène, se dédouble en iode et hydrogène ; puis l'iode ainsi devenu libre réagit sur l'hydrogène phosphoré pour donner de l'iodure de phosphore et reproduire de l'iodure de phosphonium ; celui-ci se décompose de nouveau de la même manière et la réaction se poursuit ainsi jusqu'à ce que l'iodure de phosphonium soit entièrement décomposé. Bæyer avait formulé le résultat général de ces réactions par l'équation :

$$PH_4I - 4H = PI.$$

Cependant un travail récent de Jahn[1] a montré que l'équation finale était un peu différente :

$$2PH_4I = PH_3 + PI_2 + 5H$$

et c'est en réalité à cette dernière équation que correspond le cycle des réactions développé par Bæyer[2].

[1] *Berichte*, 13, 135.

[2] Voici comment on peut démontrer ce point. Le cycle des réactions de Bæyer est représenté par les deux équations suivantes :

$$PH_4I = PH_3 + HI = PH_3 + H + I \qquad (1)$$
$$4I + 5\,PH_3 = PI_2 + 3PH_4I \qquad (2)$$

L'équation (2) a été donnée par Hoffmann. Les quantités d'iode et d'hydrogène phosphoré qui entrent en réaction pour reproduire l'iodure de phosphonium ne sont pas dans les mêmes rapports que les quantités d'iode et d'hydrogène phosphoré produites par la décomposition de l'iodure de phosphonium. De ce fait il résulte qu'une partie de l'hydrogène phosphoré échappe à la seconde réaction ; la quan-

Si Bæyer n'a pas obtenu de sa méthode tous les résultats qu'il en attendait, il faut l'attribuer, selon lui, à une plus grande stabilité de l'acide iodhydrique en présence de l'hydrogène phosphoré.

Nous devons examiner encore l'importante modification que GRÆBE[1] a fait subir au procédé de Lautemann et qui constitue maintenant la méthode la plus généralement employée. Lautemann et de Luynes avaient recommandé d'ajouter un peu de phosphore rouge au contenu des tubes scellés en vue de régénérer l'acide iodhydrique à mesure que l'iode se dépose pendant la réduction. Mais, vu l'arbitraire qui régnait alors dans le choix des propor-

tité d'hydrogène phosphoré qui se trouve dans le tube augmente donc à mesure que la réduction avance. D'après le cycle de Bæyer, la décomposition de l'iodure de phosphonium doit donner à un moment quelconque de l'iodure de phosphore, de l'hydrogène phosphoré, de l'hydrogène et une petite quantité d'iodure de phosphonium, et les rapports dans lesquels se trouveront ces combinaisons à un moment quelconque seront exprimés par l'équation générale :

$$PH_4I = aPI_2 + b\,PH_3 + cH + \alpha PH_4I \qquad (3)$$

équation dans laquelle a, b, c et α sont déterminés par les nombres d'atomes de phosphore, d'hydrogène et d'iode exprimés par le premier membre, ce qui donne les équations de condition suivantes :

$$a + b + \alpha = 1, \quad 3b + c + 4\alpha = 4, \quad 2a + \alpha = 1$$

A la fin de la réaction il ne doit plus rester d'iodure de phosphonium, donc $\alpha = o$, l'équation générale et les équations de condition deviennent :

$$PH_4I = aPI_2 + b\,PH_3 + c.H \qquad (4)$$
$$a + b = 1, \qquad 3b + c = 4, \qquad 2a = 1$$

ce qui conduit à l'équation :

$$PH^4I = \frac{1}{2} PI_2 + \frac{1}{2} PH_3 + \frac{5}{2} H \qquad (5)$$

qu'il suffit de multiplier par 2 pour retrouver l'équation de Jahn.

[1] *Berichte*, 5, 678.

tions d'acide iodhydrique et de phosphore, ce procédé avait l'inconvénient de donner lieu à un abondant dégagement d'hydrogène phosphoré produisant trop souvent l'explosion des tubes scellés.

Jusqu'alors on avait employé pour une partie de phosphore 10-20 parties d'acide iodhydrique ; Græbe montra que 3-4 parties d'acide bouillant à 127° sont amplement suffisantes dans un très grand nombre de cas. Ces proportions permettent d'élever la dose de phosphore par tube jusqu'à 3 gr. et quelquefois 4 gr., tandis qu'auparavant on ne dépassait guère 1 gr. Les chiffres suivants prouveront l'importance du progrès ainsi réalisé au point de vue de la pratique ; dans la préparation des premiers hydrures de naphtaline à l'aide d'acide iodhydrique saturé à 0°, chaque tube scellé ne contenait que 1 gr. de naphtaline ; par la méthode de Græbe on réduit facilement en une seule opération 10 gr. de cet hydrocarbure ; si l'on adoptait les anciennes proportions (par exemple : 1 gr. de phosphore, 12-15 gr. d'acide iodhydrique, comme dans la réduction du carbazol), on ne réduirait guère plus de 3 à 4 gr. de la même substance.

Les proportions qu'exige la nouvelle méthode découlent directement du principe sur lequel s'est fondé Græbe, c'est-à-dire : employer une quantité d'acide telle que son eau soit intégralement transformée par le phosphore et l'iode en acide iodhydrique et en acide phosphoreux. La marche de ce procédé est cependant plus compliquée qu'on pourrait le croire à première vue, et l'équation généralement admise pour représenter la formation de l'acide iodhydrique n'exprime en réalité que l'une des réactions en jeu :

$$P + 3I + 3H_2O = PO_3H_3 + 3HI.$$

Cette réaction l'emporte évidemment de beaucoup sur toutes les autres, mais les phénomènes secondaires qui l'accompagnent sont nombreux. Il suffira de rappeler ici, qu'aux températures auxquelles s'effectuent les réductions, l'acide iodhydrique peut réagir sur le phosphore et l'eau pour produire de l'iodure de phosphonium et de l'acide phosphoreux (Oppenheim[1], Damoiseau[2]) ; que ce dernier, sous l'action de la chaleur (déjà à 100°) et en présence d'iode, se transforme en acide phosphorique, en iodure de phosphonium, en iodure de phosphore et en acide iodhydrique (Gustavson[3]) ; que l'acide phosphorique peut être ramené par un excès de phosphore à l'état d'acide hypophosphoreux ; que l'eau est décomposée par le phosphore en hydrogène phosphoré et en composés oxygénés du phosphore[4], etc.

Ces réactions secondaires limitent nécessairement la réaction principale, et il est probable que leur importance

[1] *Bull. Soc. chim.* (2), 1, 163.

[2] *Comptes rendus*, 91, 883.

[3] *Bull. Acad. des Sc.* St-Petersburg, 11, 299.—*Bull. Soc. chim.* (2), 8, 29.

[4] Cette réaction se produit non seulement avec le phosphore blanc, mais aussi avec le phosphore rouge. J'ai en effet constaté que la décomposition de ce dernier par l'eau n'a, pour ainsi dire, pas lieu à 140°-150° ; elle ne commence qu'à 170°-180°, et ne devient complète qu'au-dessus de 200°. Ainsi à 235°, deux grammes d'eau transforment entièrement un gramme et demi de phosphore rouge en hydrogène phosphoré et en composés oxygénés du phosphore. La décomposition du phosphore par l'eau, la formation d'iodure de phosphonium aux dépens de l'acide iodhydrique, de l'eau et du phosphore expliquent suffisamment l'anomalie apparente résultant de la disparition du phosphore, lors même que le composé organique n'est pas réduit.

On doit probablement attribuer à des réactions analogues, la formation d'une abondante quantité d'hydrogène phosphoré, souvent constatée dans les cas de réductions difficiles.

plus ou moins grande varie d'une expérience à une autre. Voilà pourquoi les résultats de différents expérimentateurs ou d'un même expérimentateur ne sont pas toujours très concordants, du moins en ce qui concerne les circonstances accessoires : nature des gaz formés, présence ou absence d'iode libre, d'iodure de phosphonium, d'iodure de phosphore, etc. L'imprévu de ces réactions explique aussi pourquoi on ne s'en est pas toujours tenu aux proportions relatives d'acide et de phosphore exigées par la théorie. La pratique a montré que dans certains cas il y avait avantage à les modifier un peu. C'est ainsi que les proportions que nous avons indiquées au début (3-4 parties d'acide bouillant à 127° pour une partie de phosphore), conviennent surtout à la réduction des hydrocarbures. Pour d'autres catégories de combinaisons, telles que les kétones, les alcools et les adhéhydes aromatiques, on obtient de meilleurs résultats en prenant pour une partie de phosphore 5-8 parties d'acide ; c'est du moins ce qui ressort des travaux de Græbe sur ce sujet. Enfin dans des cas de réductions extrêmes on a encore augmenté quelquefois la proportion d'acide iodhydrique [1].

[1] Bæyer (*Berichte*, 12, 1321) a substitué dernièrement aux solutions aqueuses d'acide iodhydrique, l'acide acétique saturé de gaz iodhydrique ; les applications de ce nouveau procédé ne sont pas encore assez nombreuses pour que l'on puisse se prononcer sur sa valeur, bien qu'à première vue, l'idée de remplacer l'eau par un des meilleurs dissolvants des corps organiques semble appelée à rendre de réels services. Les principales applications qui en ont eté faites jusqu'à présent ont eu pour objet des corps de la série pyridique auxquels ce mode d'opérer paraît plus particulièrement convenir. Bæyer le considère comme plus avantageux dans la réduction de la dichlorquinoléine en quinoléine, que l'emploi des solutions aqueuses d'acide iodhydrique, même en cherchant à supprimer l'action de l'iode libre par l'introduction d'une petite quan-

Nous venons d'examiner chacune des trois méthodes de réduction fondées sur la décomposition de l'acide iodhydrique. L'étude de leur action respective sur les corps les plus difficilement réductibles nous permettra de juger de leur puissance relative.

On sait par exemple que le benzol est un des corps les plus difficilement réductibles et qu'il ne peut être transformé en hexahydrobenzol qu'à l'aide d'un très grand excès d'acide iodhydrique saturé à 0°. Ni l'iodure de phosphonium, ni l'acide iodhydrique en présence de phosphore, ne sont capables d'opérer cette réduction, même après des traitements répétés à 350° et 280°. Les premiers homologues du benzol se laissent plus facilement hydrogéner, et les résultats obtenus permettent encore de distinguer la puissance relative des trois méthodes : l'hexahydrure de toluol n'a été obtenu qu'avec l'acide iodhydrique concentré en grand excès; l'hexahydrure de metaxylol se prépare avec l'acide iodhydrique fumant, seul ou en présence de phosphore; traités par l'iodure de phosphonium, même à une température de 350°, le toluol ne donne qu'un bihydrure, et le métaxylol un tétrahydrure.

Sous l'action de l'iodure de phosphonium, la naphta-

tité de mercure dans les tubes scellés. Ciamician et Denstedt (*Berichte,* 14, 1158) ont transformé la monochlorpyridine en hexahydrure de monochlorpyridine à l'aide d'une dissolution acétique de gaz iodhydrique ; Ost (*Journ. f. prakt. Chem.*, 27, 278) est parvenu à remplacer ainsi le chlore par l'hydrogène dans plusieurs dérivés chlorés de la lutidine et de l'acide α-picolique. Ajoutons encore la réduction du composé $C_{19}H_{14}O$ (produit de l'action de l'acide sulfurique sur l'isoamyloxanthranol) en hydrocarbure $C_{19}H_{18}$ par Liebermann et Landshoff (*Berichte*, 14, 461), et nous aurons mentionné les principales recherches faites jusqu'ici à l'aide du nouveau procédé de Bæyer.

line se transforme en tétrahydronaphtaline, et il est impossible de pousser l'hydrogénation plus loin. En revanche à l'aide de l'acide iodhydrique et du phosphore, employés suivant les proportions de Græbe on obtient les hydrures avec 4, 6 et 8 atomes d'hydrogène d'addition, et avec un léger excès d'acide iodhydrique on obtient le décahydrure de naphtaline ; enfin le dodécahydrure de naphtaline (ou hexahydrocymol) ne peut se préparer qu'en faisant réagir un grand excès d'acide iodhydrique fumant sur la naphtaline.

Tous ces résultats ne laissent aucun doute sur l'énergie réductrice des trois méthodes ; la plus puissante est évidemment celle de Berthelot, puis vient celle de Græbe et enfin celle de Bæyer.

Obligé de me limiter dans l'exposition des résultats obtenus par ces trois méthodes, je me bornerai à quelques vues générales sur les recherches dont elles ont fait l'objet dans la série aromatique.

Ces recherches ont fait connaître d'une manière parfaitement sûre, une nouvelle série d'hydrocarbures occupant, par leurs propriétés, une position intermédiaire entre les hydrocarbures gras et les hydrocarbures aromatiques, c'est la série de l'hexahydrobenzol. Le tableau suivant où se trouvent réunies quelques-unes des données physiques qui les concernent permettra de se rendre compte de leurs analogies.

Hydrocarbures.		Points d'ébullition.	Densités à 0°.
Benzol	C_6H_6	80°	0,899
Hexahydrobenzol......	C_6H_{12}	69°	0,76
Hexane normal	C_6H_{14}	71,5°	0,688
Toluol...............	C_7H_8	110°	0,882
Hexahydrotoluol......	C_7H_{14}	97°	0,772
Heptylène normal	C_7H_{14}	98°-99°	(0,7026 à 19° 5')
Heptane normal.......	C_7H_{16}	98°-100°	0,7085

Hydrocarbures.		Points d'ébullition.	Densités à 0°.
Metaxylol............	C_8H_{10}	139°,8	0,878
Hexahydrometaxymol..	C_8H_{16}	118°	0,781
Octylène normal......	C_8H_{16}	122°-123°	(0,7217 à 17°)
Octane normal........	C_8H_{18}	124°-125°	0,7188

Par leurs propriétés chimiques les corps de la série de l'hexahydrobenzol se rapprochent aussi des hydrocarbures gras isomères C_nH_{2n} ou entièrement saturés C_nH_{2n+2}, en ce sens qu'ils résistent généralement à l'action des réactifs. Cependant sous l'action prolongée de l'acide nitrique ils se transforment en dérivés nitrés du benzol et de ses homologues ; avec leur densité, c'est le seul caractère qui permette de les distinguer de leurs isomères gras. Préparés d'abord artificiellement, ils ont été trouvés récemment dans des pétroles provenant du Caucase (Beilstein et Kurbatow) [1].

Les travaux qui ont fait connaître exactement ces dérivés hydrogénés, ou du moins la plupart d'entre eux, avaient pour but la vérification d'une des principales conclusions de Berthelot relative au passage de la série aromatique à la série grasse. Ce savant avait en effet annoncé que, sous l'action suffisamment prolongée d'un grand excès d'acide iodhydrique fumant, les corps aromatiques, et en particulier le benzol et ses premiers homologues, étaient transformés dans l'hydrocarbure gras entièrement saturé du même nombre d'atomes de carbone. Ces expériences ayant été répétées par Bæyer [2] et Wreden [3], mais sans succès, Berthelot [4] a montré

[1] *Berichte*, 13, 1818.
[2] *Ann. chem. pharm.*, 155, 266.
[3] *Ann. chem. pharm.*, 187, 153.
[4] *Bull. Soc. chim.* (2), 26, 146.

que ses contradicteurs, ou tout au moins l'un d'entre eux, n'avaient pas opéré dans les mêmes conditions que lui et que leurs résultats n'étaient par conséquent pas comparables aux siens. Le savant français répétait peu après ses expériences sur l'hydrogénation du benzol [1], et après plusieurs traitements par un très grand excès d'acide iodhydrique saturé à 0°, il obtint un corps dont la composition, intermédiaire entre celles de l'hexahydrobenzol C_6H_{12} et de l'hexane C_6H_{14}, est cependant beaucoup plus voisine de celle de ce dernier. Laissant à de plus compétents le soin d'élucider une question aussi délicate, nous nous permettrons seulement les deux remarques suivantes:

Une des principales objections faites aux résultats de Berthelot procédait d'un point de vue théorique, à savoir que la rupture d'un noyau benzique, tel que le représente l'hypothèse de Kékulé, devait donner lieu à une décomposition du benzol beaucoup plus compliquée que celle qui conduirait à la production d'hexane. Cependant la formation de l'hydrure $C_{10}H_{20}$ préparé à l'aide de la naphtaline et de l'acide iodhydrique fumant — réaction parfaitement prouvée par les travaux de Berthelot et de Wreden — ne peut s'expliquer, d'après les idées qui ont cours sur la constitution de la naphtaline, qu'en admettant la rupture en un point d'un noyau benzique.

D'autre part, la présence du thiophène constatée récemment par V. Meyer, même dans le benzol considéré comme pur, pourrait suggérer quelques doutes sur la valeur des résultats analytiques. Il suffit en effet de remarquer que le thiophène C_4H_4S, à supposer qu'il

[1] *Bull. Soc. chim.* (2), 28, 497.

soit complètement hydrogéné, donnerait un butane C_4H_{10} contenant 17,2 °/₀ H (l'hexane en contient 16,3 °/₀, l'hexahydrobenzol 14,3 °/₀). Ne serait-il pas possible alors de concevoir un mélange d'hexahydrobenzol et de cet hydrocarbure dont la teneur en hydrogène correspondrait assez exactement au chiffre 15,7 °/₀ obtenu par Berthelot ?

Évidemment il ne s'agit ici que de pures suppositions, tout au plus bonnes à émettre en attendant de nouvelles recherches expérimentales; aussi ne les donnons-nous que pour faire remarquer combien cette question nous semble encore éloignée de sa solution définitive.

A côté des hydrocarbures hexahydrogénés, on connaît plusieurs hydrures intermédiaires (bihydrotoluol, tétrahydrometaxylol, etc.) obtenus soit par une action ménagée de l'acide iodhydrique, soit à l'aide de l'iodure de phosphonium. On a préparé aussi plusieurs hydrures d'hydrocarbures complexes tels que ceux de la naphtaline, de l'anthracène, du phénanthrène, de l'acénaphtène, etc. Ces derniers ne sont pas les moins intéressants et comme il restait dans les nombreuses données y relatives quelques points à élucider, j'ai commencé sur ce sujet quelques recherches expérimentales, qui seront exposées en leur lieu.

Il faut ranger aussi parmi les résultats les plus intéressants des travaux de Berthelot, la transformation sous l'action de l'acide iodhydrique fumant, de la plupart des dérivés substitués de la série aromatique (dérivés chlorés, bromés, oxygénés, sulfoniques, nitrés, amidés, etc.) dans les hydrocarbures dont il dérivent. Ainsi, pour citer quelques exemples, la méthylaniline et l'aniline donnent dans ces conditions du benzol et de l'ammoniaque; le perchlorbenzol reproduit du benzol; de même pour l'acide ben-

zolsulfonique ; l'aldéhyde benzoïque est réduite en toluol, etc. Cette méthode, qui permet donc de remonter d'un dérivé substitué à son hydrocarbure initial, a été très heureusement appliquée à la réduction des kétones aromatiques.

GRÆBE[1] a publié les premiers travaux sur cette matière, travaux d'autant plus intéressants que la plupart des hydrocarbures qui prennent naissance dans ces réactions, sont tout à fait nouveaux. Le type de ces réductions est celui de la benzophénone en diphénylméthane :

$$C_6H_5.CO.C_6H_5 + 4H = C_6H_5.CH_2C_6H_5 + H_2O$$

Cette réaction répétée avec un assez grand nombre de kétones a donné en général de bons résultats : elle a lieu à une température relativement peu élevée, les rendements sont quelquefois même quantitatifs ; elle ne s'applique pas seulement aux kétones simples, mais aussi à des composés mixtes, tels que les acides kétoniques (transformation de l'acide benzolylbenzoïque en acide benzylbenzoïque, etc.). Parmi les travaux les plus considérables concernant la réduction des composés kétoniques il convient de citer ceux de LIEBERMANN[2] et de ses élèves, relatifs à la transformation de toute une série de dérivés de l'anthraquinone dans les dérivés correspondants de l'anthranol, de l'anthracène et du bihydrure d'anthracène. La réduction des kétones constitue un des sujets les mieux étudiés parmi ceux qui concernent les effets de l'acide iodhydrique dans la série aromatique[3].

[1] *Berichte*, 7, 1625.
[2] *Ann. chem. pharm.*, 212, 1.
[3] Voyez en outre sur ce sujet : *Réduction de la ditolylkétone*, par

La réduction des acides aromatiques est encore peu connue; Berthelot semble surtout avoir cherché à produire une réduction extrême en transformant quelques-uns d'entre eux en hydrocarbures plus ou moins hydrogénés. Les produits intermédiaires de ces réactions étaient peu connus, et les rares publications qui ont trait à ce sujet ne sont pas absolument d'accord, fait qui m'a engagé à entreprendre quelques expériences de vérification notamment sur l'acide phtalique. Ces expériences ont été suivies de quelques essais sans résultats sur la réduction de l'acide téréphtalique, ainsi que de recherches un peu moins sommaires sur l'acide phénylacétique.

La première partie de la relation qui suit comprend les recherches relatives aux acides; celles qui concernent les hydrocarbures font l'objet de la seconde.

Ce travail commencé en automne 1882 à l'instigation de M. le professeur Græbe a été exécuté au laboratoire de chimie organique de l'Université de Genève.

Je prie M. Græbe de recevoir l'expression de toute ma reconnaissance pour ses bons conseils et pour l'intérêt qu'il a toujours porté à mes recherches.

Ador et Rilliet (*Berichte*, 12, 2302); de la benzylparatolylkétone, par Mann (*Berichte*, 14, 1646); de la benzpinakoline, par Zincke et Thörner (*Berichte*, 11, 1990); du durylbenzoyle, par Friedel, Crafts et Ador (*Arch. phys. nat.* (3), 2, 69); de l'éthylbenzophénone, par Söllscher (*Ueber einige Homologe des Desoxybenzoïns und Benzophenons*, Inaugural-Dissertation, Hottingen-Zurich, p. 15).

PREMIÈRE PARTIE

I. Réduction de l'acide phtalique.

Cette question a été traitée incidemment par Carius [1] dans son remarquable travail sur l'oxydation du benzol. Après avoir transformé le benzol en acide benzoïque et ce dernier en acide phtalique, ce chimiste chercha à revenir à son point de départ, en réduisant l'acide phtalique en acide benzoïque, et celui-ci en benzol. L'agent réducteur qu'il choisit était l'acide iodhydrique et l'expérience, paraît-il, lui permit de réaliser ces réactions inverses.

Carius expose très brièvement les résultats ayant trait à la réduction de l'acide phtalique, ce qui s'explique par la complication résultant d'expériences exécutées en tubes scellés. Carius dit simplement qu'en chauffant en tubes scellés l'acide phtalique avec l'acide iodhydrique (à 40 °/₀ HI) de l'iode se dépose à 150° ; il se produit de l'anhydride carbonique et de l'acide benzoïque (qu'on retire par distillation avec les vapeurs d'eau). La réaction serait exprimée par l'équation suivante :

$$C_6H_4(CO_2H)_2 + 2IH = C_6H_5.CO_2H + H.CO_2H + I_2$$

l'acide formique produit étant ensuite décomposé par l'iode en anhydride carbonique et en acide iodhydrique.

[1] *Ann. chem. pharm.*, 148, 73.

Si, toujours d'après Carius, on emploie une solution d'acide iodhydrique saturée [1], il y aurait alors production de benzol accompagnée d'un très fort dépôt d'iode et d'un abondant dégagement d'anhydride carbonique, comme le fait prévoir l'équation :

$$C_6H_4(CO_2H)_2 + 4IH = C_6H_6 + 2HCO_2H + 4I$$

Ajoutons que Carius ne s'est servi que des caractères apparents de l'acide benzoïque et du benzol pour s'assurer de leur présence parmi les produits de ces réactions. Des explosions fréquentes des tubes scellés l'ont empêché de soumettre ces premiers résultats au contrôle de l'analyse.

Les résultats de Carius m'ont paru d'autant plus surprenants, que Bæyer [2] en réduisant par l'acide iodhydrique l'acide tétrahydrophtalique (retiré des produits de décomposition de l'acide hydropyromellique), a obtenu, non pas l'acide benzoïque, mais un acide phtalique plus riche en hydrogène, l'acide hexahydrophtalique. Ce même acide hexahydrophtalique a été obtenu un peu plus tard par Mizerski [3] en soumettant à l'action de l'acide iodhydrique l'acide bihydrophtalique préparé d'après Græbe et Born [4] en faisant réagir l'amalgame de sodium sur l'acide phtalique.

Sans être contradictoires, les résultats de Carius d'une part, ceux de Bæyer et Mizerski d'autre part, sont donc loin de concorder. Les résultats de Carius en particulier,

[1] Saturée à 0° ou à la température ordinaire ? Carius ne le dit pas.
[2] *Ann. chem. pharm.*, 166, 350.
[3] *Berichte*, 4, 558.
[4] *Ann. chem. pharm.*, 142, 334.

non contrôlés par l'analyse, étaient ceux qu'il importait le plus de vérifier. C'est ce travail de vérification que j'ai entrepris.

Les expériences de Carius ayant été décrites par lui fort brièvement, j'ai dû suppléer à ce manque de données en opérant dans des conditions très variées. De là une abondance de détails qui semblent à première vue superflus, mais que je crois nécessaires dans un travail de vérification. Voici la marche que j'ai généralement suivie :

L'acide phtalique ou son anhydride est chauffé en tubes scellés avec l'acide iodhydrique seul ou en présence de phosphore amorphe, dans des conditions qui seront indiquées plus loin ; le contenu des tubes est repris par un peu d'eau ; l'iode déposé ou dissous est ensuite transformé en acide iodhydrique par addition de quelques gouttes d'une solution concentrée d'anhydride sulfureux.

On soumet ensuite le tout à une distillation avec les vapeurs d'eau et l'on obtient ainsi deux portions :

1° Le liquide recueilli dans le récipient qui doit contenir l'acide benzoïque et les produits entraînés par les vapeurs d'eau.

2° Le liquide resté dans le ballon qui renferme l'acide phtalique inaltéré et les produits de réduction de cet acide, s'il s'en est formé.

La portion qui a passé à la distillation est évaporée au bain-marie avec un peu d'ammoniaque ; le résidu de l'évaporation, toujours très faible, est repris par le moins d'eau possible ; cette solution, filtrée au besoin pour éliminer les impuretés qui troublent quelquefois la transparence du liquide, est additionnée de quelques gouttes d'acide chlorhydrique qui doit précipiter l'acide benzoïque, facilement reconnaissable à son point de fusion (121°).

La deuxième portion restée dans le ballon est filtrée encore chaude et, dans le liquide filtré, on recherche par des concentrations et des cristallisations successives les produits de réduction qui auraient pu se former.

Ces recherches comprennent six séries d'expériences entre 140° et 240°.

I. *Action de l'acide iodhydrique à 140°*. — Quatre tubes scellés, préparés d'après les proportions suivantes ont été chauffés pendant 5-6 heures à 140° [1].

I. 3 gr. anhydride phtalique, 6cc acide iodhydrique (d=1,7) [2], 1 gr. phosphore rouge.

II. 3 gr. acide phtalique, 6cc acide iodhydrique (d=1,7), 1 gr. phosphore rouge.

III. 3 gr. acide phtalique, 6cc acide iodhydrique (d=1,7).

IV. 3 gr. acide phtalique, 8cc 5 acide iodhydrique (d=1,4).

En ouvrant les quatre tubes je n'ai constaté aucun dégagement de gaz; un dépôt d'iode s'était formé dans les tubes III et IV ne contenant pas de phosphore. Le contenu de chacun d'eux a été examiné séparément. Dans aucun cas je n'ai constaté la présence d'acide benzoïque.

La recherche des produits de réduction n'a révélé que la présence d'une notable quantité d'acide phtalique facile à reconnaître par sa transformation en anhydride et par l'insolubilité du sel de plomb dans l'acide acétique [3].

[1] Les températures relatives au chauffage des tubes scellés sont celles qu'indiquerait un thermomètre placé à l'intérieur d'un tube en fer destiné au chauffage des tubes scellés, température qui se maintient toujours au-dessous de celle qu'indique le thermomètre plongeant dans le bain d'air.

[2] Acide bouillant à 127°.

[3] Je crois que ces caractères permettent de distinguer l'acide

II. *A 140°-150°.* — Deux tubes préparés suivant les conditions indiquées ci-dessous ont été chauffés pendant 10 heures à 140°-150°.

I. 3 gr. acide phtalique, 20cc acide iodhydrique (d=1,4).

II. 3 gr. acide phtalique, 15cc acide iodhydrique (d=1,7).

Aucun dégagement de gaz ne se produit en ouvrant ces deux tubes. Une certaine quantité d'iode s'est déposée.

La recherche de l'acide benzoïque dans les produits du premier tube n'aboutit à aucun résultat; cependant le liquide distillé avec les vapeurs d'eau possède une odeur rappelant celle de l'acide benzoïque.

Le liquide distillé provenant du deuxième tube présente à sa surface quelques gouttes huileuses, à odeur de pétrole, constatées également dans la plupart des essais suivants. Ce liquide a été évaporé avec un peu d'ammoniaque, et le résidu ammoniacal repris par l'eau; cette solution a été à peine troublée par l'acide chlorhydrique.

Ce qui ne passe pas à la distillation avec les vapeurs

phtalique de ses dérivés hydrogénés; j'ai eu du reste l'occasion de les contrôler par l'analyse. La seule confusion possible pourrait provenir de la présence de l'acide bihydrophtalique, qui se décompose vers 200° en acide phtalique; mais toute hésitation disparaît si l'on examine le sel de plomb; celui de l'acide phtalique est insoluble dans l'acide acétique, si l'on a la précaution d'éliminer auparavant l'ammoniaque libre qui se trouve dans la solution. Le sel de plomb de l'acide bihydrophtalique est au contraire très facilement soluble dans l'acide acétique même étendu (Græbe, *Ann. chem. pharm.*, 142, 339). L'acide hexahydrophtalique fond au-dessus de 200° (203°-204° suivant Bæyer, *Ann. chem. pharm.*, 166, 351; 207° suivant Mizerski, *Berichte*, 4, 558), sans donner d'anhydride; l'acide tétrahydrophtalique fond à 96°-100° (Bæyer, *Ann. chem. pharm.*, 166, 346), en se transformant en anhydride.

d'eau laisse déposer une assez grande quantité d'acide phtalique. Le produit principal provenant du deuxième tube, purifié par deux cristallisations dans l'eau, a donné à l'analyse des résultats conformes à ceux que réclame la formule de l'acide phtalique.

Combustion :

Substance : 0,1962 gr. — CO_2 : 0,4149 gr. — H_2O : 0,0661 gr.

	Calculé pour $C_8H_6O_4$	Trouvé
C	57,83	57,68
H	3,61	3,74

III. *A 160°-170°.* — Deux tubes scellés contenant chacun 3 gr. d'anhydride phtalique, 10^{cc} d'acide iodhydrique ($d = 1,7$) ont été chauffés pendant 7 heures à 160°-170°.

Au moment de l'ouverture des tubes, on ne remarque aucune pression. Leur contenu présente une odeur analogue à celle de l'aldéhyde benzoïque.

En recherchant l'acide benzoïque, l'acide chlorhydrique donne un léger précipité blanc qui est repris par l'éther. Après évaporation de ce dernier, le résidu, quoique très faible, est suffisant pour une détermination de son point de fusion. Ce corps fond à 180°-190°, le point de fusion s'abaissant ensuite à 135° environ. Ce n'est donc pas de l'acide benzoïque.

Dans la partie qui n'a pas distillé, on ne retrouve qu'une abondante quantité d'acide phtalique, comme l'ont prouvé ses caractères apparents (transformation en anhydride, sel de plomb) et l'analyse suivante :

Combustion :

Substance : 0,1957 gr. — CO_2 : 0,4137 gr. — H_2O : 0,0643 gr.

	Calculé pour $C_8H_6O_4$	Trouvé
C	57,83	57,65
H	3,61	3,65

IV. *180°-190°*. — Dans un premier essai, j'ai chauffé à cette température et pendant 6 heures, deux tubes scellés contenant chacun : 3 gr. d'anhydride phtalique, 6^cc d'acide iodhydrique ($d = 1,7$) et 1 gr. de phosphore amorphe.

Assez fort dégagement de gaz au moment où l'on ouvre ces tubes.

En recherchant l'acide benzoïque, il se produit un trouble blanc avec l'acide chlorhydrique; ce précipité est repris par l'éther; mais après évaporation de ce dernier, le résidu est trop faible pour que son point de fusion puisse être déterminé.

Dans un second essai, exécuté sous les mêmes conditions avec trois tubes scellés, l'acide chlorhydrique n'a pas donné de précipité.

La portion non entraînée avec les vapeurs d'eau, soumise à des cristallisations successives, a laissé déposer une abondante quantité d'acide phtalique. Bien que la forte pression constatée au moment de l'ouverture des tubes semble indiquer un commencement de réaction, je n'ai pu isoler d'autre produit que l'acide phtalique. Les résultats analytiques qui suivent ont été obtenus avec des échantillons provenant des deux dernières cristallisations.

Combustions :

I. Substance : 0,1903 gr. — CO_2 : 0,4039 gr. — H_2O : 0,0656 gr.

II. Substance : 0,1879 gr. — CO_2 : 0,3989 gr. — H_2O : 0,0602 gr.

	Calculé pour $C_8H_6O_4$	Trouvé I.	II.
C	57,83	57,89	57,89
H	3,61	3,83	3,56

Enfin dans un troisième essai, toujours à 180°-190°, j'ai chauffé pendant 10 heures deux tubes scellés contenant chacun 3 gr. d'anhydride phtalique, 10^{cc} d'acide iodhydrique ($d = 1,7$), 2 gr. de phosphore amorphe. J'espérais obtenir ainsi des produits de réduction nettement définis. C'est du reste la seule recherche que j'ai faite dans cet essai.

Le contenu des tubes est étendu d'eau, puis chauffé au bain-marie pour dissoudre les acides solubles. Au début quelques parcelles de substance fondent sous l'eau, mais se dissolvent bientôt après; ceci semblerait indiquer la présence d'une petite quantité d'acide tétrahydrophtalique (fondant à 96°-100°, d'après Bæyer). Cependant par des concentrations successives on n'obtient encore que de l'acide phtalique, comme le prouvent les analyses mentionnées ci-dessous. Les dernières eaux-mères concentrées ont laissé déposer des corps colorés en brun, solubles dans l'ammoniaque; précipités de nouveau de ces solutions par les acides forts, ces corps ne présentent pas des points de fusion constants.

Combustions :

I. Substance : 0,1935 gr. — CO_2 : 0,4124 gr. — H_2O : 0,0650 gr.

II. Substance : 0,1955 gr. — CO_2 : 0,4115 gr. — H_2O : 0,0633 gr.

	Calculé pour $C_8H_6O_4$	Trouvé I.	II.
C	57,83	58,13	57,41
H	3,61	3,74	3,60

V. *A 200°-210°*. — Avant de poursuivre la recherche des produits de réduction, j'ai fait un dernier essai en vue d'obtenir de l'acide benzoïque, en remplaçant l'acide iodhydrique bouillant à 127° par l'acide fumant. Dans ce but un tube scellé contenant 3 gr. d'anhydride phtalique, et 8^{cc} d'acide iodhydrique fumant ($d = 1,96$) a été chauffé pendant 7 heures à 200-210°.

La pression est presque nulle au moment de l'ouverture du tube. La distillation avec les vapeurs d'eau permet d'isoler une substance (des traces) fondant à 125° environ ; il s'agirait donc ici de traces d'acide benzoïque. La présence de ce corps n'a pas été constatée dans un second essai.

VI. *A 230°-240°*. — La substance fondant sous l'eau, remarquée dans un des essais précédents, pourrait faire supposer que l'acide tétrahydrophtalique peut se former en petite quantité, vers 200°. J'ai donc opéré cette fois à une température un peu plus élevée et en employant des proportions d'acide iodhydrique et de

phosphore à peu près suffisantes pour la formation de ce composé. Bien que l'on puisse isoler l'acide tétrahydrophtalique en suivant la méthode employée jusqu'ici, il m'a semblé avantageux d'opérer un peu différemment.

Deux tubes scellés contenant chacun 8 gr. d'anhydride phtalique, 6^{cc} d'acide iodhydrique ($d = 1,7$) et 3 gr. de phosphore amorphe sont chauffés pendant 6 heures à 230°-240°.

Un abondant dégagement de gaz se produit au moment de l'ouverture des tubes. Leur contenu est repris par l'éther; puis après avoir ajouté à la solution éthérée de la soude caustique et fortement agité les deux liquides, on les sépare au moyen de l'entonnoir à robinet.

La solution éthérée, préalablement desséchée sur le chlorure de calcium, est soumise à la distillation : l'éther passe d'abord, puis, entre 80° et 120°, passe un liquide ne se solidifiant pas à la température ordinaire, liquide qui devient incolore après avoir été rectifié sur le sodium métallique, et possède alors l'odeur du benzol et de ses homologues. Ce corps est en trop petite quantité pour être purifié et soumis à l'analyse.

En peu de temps le liquide alcalin laisse déposer des aiguilles blanches qui sont jetées sur un filtre, puis dissoutes dans un léger excès de soude caustique. Cette solution est concentrée, filtrée, puis additionnée d'un peu d'acide chlorhydrique qui donne un précipité blanc se rassemblant au fond du vase. Ce précipité est de nouveau dissous dans l'eau chaude et cette solution laisse déposer un corps cristallin blanc, fondant à 94° en perdant de l'eau, et présentant les caractères de l'acide tétrahydrophtalique obtenu par Bæyer en décomposant l'acide hydropyromellithique.

Combustion (à l'état d'anhydride) :

Substance : 0,1562 gr. — CO_2 : 0,3608 gr. — H_2O : 0,0770 gr.

	Calculé pour $C_8H_8O_3$	Trouvé
C	63,16	63,00
H	5,26	5,48

Le rendement en acide tétrahydrophtalique n'est pas satisfaisant.

Dans les eaux mères, pas d'autres corps à signaler, sinon des aiguilles qui, dissoutes en solution alcaline et précipitées par l'acide chlorhydrique présentent un point de fusion voisin de celui de l'acide hexahydrophtalique; mais la quantité en est insuffisante pour se prêter à une purification et à une analyse. Du reste, dans les conditions où j'ai opéré, la formation d'acide hexahydrophtalique est très probable. Bæyer l'a obtenu en chauffant au-dessus de 200° l'acide tétrahydrophtalique avec l'acide iodhydrique.

Conclusions. — L'acide iodhydrique seul ou en présence de phosphore ne réagit sur l'acide phtalique qu'à une température de 200° environ. La réaction n'est complète qu'à 230°-240° et le principal produit de réduction obtenu par l'action de l'acide iodhydrique sur l'acide phtalique en présence de phosphore est l'acide tétrahydrophtalique. La formation d'acide benzoïque n'ayant été constatée qu'une seule fois au cours de tous ces essais, et encore pas très nettement, la réaction de Carius doit être regardée comme accidentelle.

II. **Essai de réduction de l'acide téréphtalique.**

Je n'ai fait qu'un seul essai dans ce sens, et seulement à un point de vue comparatif. Il était intéressant de savoir, si l'acide téréphtalique est ou n'est pas hydrogéné par l'acide iodhydrique à une température où l'acide phtalique fixe déjà 4 atomes H, ou s'il subit une décomposition capable de le dédoubler en acide benzoïque et en anhydride carbonique.

J'ai donc chauffé pendant 6 heures à 230°-240° deux tubes scellés contenant chacun : 3 gr. d'acide téréphtalique (préparé par oxydation du paraxylol), 6^{cc} d'acide iodhydrique ($d = 1,7$), 2 gr. de phosphore amorphe. Le contenu de ces tubes a été examiné comme précédemment. Dans la partie distillée je n'ai pas constaté d'acide benzoïque.

La partie non distillée a été filtrée à chaud ; le liquide filtré n'a laissé déposer que des traces d'une substance présentant les propriétés de l'acide téréphtalique. Un abondant précipité blanc mélangé de phosphore était resté sur le filtre; je l'ai repris par un alcali, puis précipité de nouveau par un acide et enfin soigneusement lavé à la pompe. J'ai obtenu ainsi un corps pulvérulent qui présente tous les caractères de l'acide téréphtalique (presque complètement insoluble dans l'eau, dans l'alcool; se sublimant sans fondre et sans former d'anhydride). Les résultats analytiques ne laissent aucun doute sur ce point. Il n'y a donc pas de réduction.

Combustion :

Substance : 0,2282 gr. — CO_2 : 0,4831 gr. — H_2O : 0,0735 gr.

Calculé pour $C_8H_6O_4$		Trouvé
C	57,83	57,74
H	3,61	3,58

III. Essai de réduction de l'acide phénylacétique.

Sous l'action de l'acide iodhydrique et en présence de phosphore amorphe, l'acide phénylacétique ne donne pas, comme l'acide phtalique, de produit d'addition hydrogéné; il subit probablement une réduction partielle, suivie d'une condensation moléculaire ; un composé organique contenant du phosphore se produit en même temps.

Cette propriété de se condenser sous l'action de l'acide iodhydrique déjà signalée à plusieurs reprises par Berthelot, a été observée plus récemment sur trois composés qui, comme l'acide phénylacétique, présentent un noyau benzique sur lequel vient se greffer une chaîne latérale formée de 2 atomes C au moins. En effet, en réduisant le diphényléthilène $(C_6H_5)_2C:CH_2$ en diphényléthane $(C_6H_5)_2CH_2CH_3$, Hepp [1] a obtenu un produit de condensation ne fondant que vers 200° $(C_{14}H_{12})n$. Græbe [2] a aussi remarqué un fait analogue avec l'acétophénone qui se condense sous l'action de l'acide iodhydrique en donnant, suivant les conditions des expériences, ou bien du triphénylbenzol, un composé $C_{16}H_{16}O$ et son hydrocarbure correspondant $C_{16}H_{18}$, ou bien encore du dibenzylméthylméthane $(C_6H_5CH_2)_2CH.CH_3$. En traitant par

[1] *Berichte*, 7, 1412.
[2] *Berichte*, 7, 1625.

l'acide iodhydrique et le phosphore la dibenzylkétone, GRÆBE[1] a obtenu en petite quantité, le dibenzylméthane $(C_6H_5CH_2)_2CH_2$, tandis que la plus grande partie de la kétone se transforme en une combinaison avec le phosphore $C_{15}H_{17}PO_3$. En employant l'acide iodhydrique seul, il ne se forme que des produits de condensation à points d'ébullition élevés.

Les résultats obtenus en réduisant de l'acide phénylacétique ne sont donc pas aussi exceptionnels qu'ils peuvent paraître au premier abord.

Le produit de condensation de l'acide phénylacétique ainsi que la combinaison avec le phosphore, se forment toujours lorsqu'on chauffe cet acide avec le phosphore et l'acide iodhydrique. En opérant dans des conditions aussi variées que possible, je ne suis pas parvenu à isoler d'autre produit. Voici la marche que j'ai généralement suivie : 4 gr. d'acide phénylacétique, 7 gr. d'acide iodhydrique ($d = 1,7$), 1,5 gr. de phosphore amorphe sont chauffés en tubes scellés en élevant graduellement la température de 190° à 230°-240°; puis je maintiens cette température pendant 8 à 12 heures. Pour obtenir surtout le produit de condensation, je diminue un peu la dose de phosphore et j'augmente celle d'acide iodhydrique; dans ce cas il m'a paru avantageux d'employer un excès d'acide phénylacétique.

Lorsqu'on ouvre les tubes scellés, il se produit un abondant dégagement de gaz. En général le phosphore disparaît entièrement; pas d'iode déposé ou dissous.

Le contenu des tubes scellés est repris par une petite quantité d'eau, puis chauffé au bain-marie pour dissoudre,

[1] *Berichte*, 7, 1627.

autant que possible, l'acide phénylacétique et la combinaison phosphorée qui imprègnent quelques gouttelettes visqueuses, déposées au fond du vase ; on décante la solution aqueuse, puis on répète plusieurs fois ce traitement. Les gouttelettes visqueuses sont essentiellement formées du produit de condensation ; les eaux de lavage contiennent un peu d'acide phénylacétique et la combinaison phosphorée; celle-ci se dépose cristallisée des solutions aqueuses préalablement concentrées.

Le produit de condensation préparé à l'aide de l'acide iodhydrique et du phosphore est assez difficile à purifier, surtout si l'on n'a pas ajouté un excès d'acide phénylacétique dans les tubes scellés; il laisse toujours à l'analyse une assez forte proportion de cendres. J'ai obtenu des résultats analytiques un peu plus concordants avec des échantillons préparés en faisant réagir l'acide iodhydrique seul sur l'acide phénylacétique (1,5 à 2 gr. acide phénylacétique, 30 gr. acide iodhydrique, $d = 1{,}7$; ou bien 5 gr. acide phénylacétique et 80 gr. acide iodhydrique fumant, $d = 1{,}96$). Ainsi préparé le produit de condensation reste liquide à la température ordinaire; il est coloré en brun transparent; vu sous une faible épaisseur il présente une fluorescence verte assez prononcée. Il est insoluble dans l'eau, dans les alcalis, très facilement soluble dans le benzol, le toluol, le xylol, l'alcool, l'éther, le chloroforme, le sulfure de carbone, l'acide acétique, et ne cristallise d'aucun de ces dissolvants. Le brome, en solution dans le sulfure de carbone, ne l'attaque pas; chauffé avec l'anhydride acétique à 125°-130°, il reste inaltéré. Bien qu'ayant fait un très grand nombre d'essais de purification, je n'ai pas obtenu un corps présentant à l'analyse une composition absolument constante. Il contient d'après la moyenne des

analyses les plus sûres 87,68 % C et 7,27 % H; la formule $C_{24}H_{24}O$, qui correspondrait à un dérivé du triphénylbenzol, exige 87,8 % C et 7,3 % H. Malgré la concordance de ces chiffres avec ceux trouvés par l'analyse, je ne crois pas devoir en tirer de conclusion, les échantillons analysés ayant toujours laissé des cendres. L'étude des propriétés chimiques de ce composé aurait peut-être permis de le caractériser d'une manière plus précise; mais je n'ai pas poursuivi des recherches dans ce sens, arrêté que j'étais par la difficulté de préparer cette substance en quantité suffisante : 40 gr. d'acide phénylacétique répartis dans une dizaine de tubes scellés ne m'ont guère donné que 5 gr. de ce produit de condensation.

La combinaison phosphorée se dépose en petites aiguilles blanches que l'on purifie en les faisant cristalliser plusieurs fois dans l'eau. Ce composé fond à 135°-136° et se décompose vers 200°; il a des propriétés acides très nettes, car il se dissout facilement dans les alcalis et dans les carbonates alcalins. Les acides forts le précipitent de ces solutions pas trop étendues. Il est assez soluble dans l'eau froide, très soluble dans l'alcool dont les solutions concentrées sont à peine troublées par l'eau; il se dissout facilement aussi dans l'éther, mais plus difficilement dans le benzol, surtout à froid. Les analyses de l'acide libre et de ses sels assignent à ce composé la formule $C_8H_{11}O_3P$. C'est un acide bibasique.

Combustion :

I. Substance : 0,1464 gr. — CO_2 : 0,2748 gr. — H_2O : 0,0771 gr.

Dosage de phosphore :

II. Substance : 0,1680 gr. — $P_2O_7Mg_2$: 0,1032 gr.

Calculé pour $C_8H_{11}O_3P$		Trouvé
C	51,61	51,20
H	5,91	5,85
P	16,67	17,14

La combustion a été faite en mélangeant la substance à brûler avec du bichromate de potassium fondu. Le phosphore a été transformé en acide phosphorique par une calcination avec le mélange de salpêtre et de carbonate double de potassium et de sodium.

Sel d'argent. $C_8H_9O_3P\ Ag_2$. — S'obtient aisément en traitant l'acide en solution aqueuse par le nitrate d'argent; il se forme alors un précipité blanc, noircissant à la lumière, très facilement soluble dans l'ammoniaque et insoluble dans l'eau.

Dosage d'argent :

Substance : 0,1340 gr. — Ag Cl : 0,0956.

Calculé pour $C_8H_9O_3\ P\ Ag_2$		Trouvé
Ag	54,00	53,70

Pour exécuter ce dosage, il est préférable de dissoudre auparavant le sel dans une petite quantité d'acide nitrique qu'on étend ensuite d'un peu d'eau et d'acide chlorhydrique.

Sel de baryum. $C_8H_9O_3PBa + 2H_2O$. — On obtient ce sel en ajoutant de l'hydrate de baryum ou du chlorure de baryum à la solution du sel d'ammonium; on obtient ainsi un sel presque insoluble dans l'eau, retenant à 170° 2 molécules d'eau de cristallisation qu'il perd à une température beaucoup plus élevée.

Le corps visqueux obtenu en faisant réagir l'acide

iodhydrique en présence de phosphore sur l'acide phénylacétique, retient une certaine quantité de combinaison phosphorée, qui peut être retirée en traitant le corps visqueux par l'ammoniaque et en additionnant de chlorure de baryum la solution ammoniacale préalablement filtrée. Le premier dosage de baryum a été exécuté sur un échantillon préparé de la sorte.

Dosages de baryum :

I. Substance : 0,2012 gr. — SO_4Ba : 0,1308 gr.
II. Substance : 0,1930 gr. — SO_4Ba : 0,1273 gr.

	Calculé pour : $C_8H_9O_3PBa + 2H_2O$	Trouvé I	Trouvé II
Ba	38,38	38,23	38,76

Sel de calcium. $C_8H_9O_3PCa + 2H_2O$. — Se prépare comme le sel de baryum; comme ce dernier il est presque complètement insoluble dans l'eau. Desséché à 130° il retient 2 molécules d'eau de cristallisation; desséché à 200°-215° il retient encore une molécule d'eau de cristallisation.

En dosant la chaux par simple calcination avec l'acide sulfurique, comme je l'ai fait pour le sel de baryum, la teneur en calcium s'est toujours trouvée trop forte. Mais les résultats sont satisfaisants si l'on décompose le sel avec un peu d'acide chlorhydrique étendu, et si l'on précipite la chaux à l'état de sulfate en présence d'un excès d'alcool.

Combustion :

I. Substance (séchée à 130°) : 0,3087 gr. — CO_2 : 0,4186 gr. — H_2O ; 0,1395 gr.

Dosage de calcium :

II. Substance (séchée à 130°) : 0,3246 gr. — SO_4Ca : 0,1711 gr.

Dosage de l'eau de cristallisation :

III. Substance (séchée à 130°) : 0,3358 gr. — Dessiccation à 200°-215° ; H_2O : 0,0236 gr.

IV. Substance (séchée à 130°) : 0,3358 gr, — Dessiccation au-dessus de 250° ; H_2O : 0,0456 gr.

Calculé pour $C_8H_9O_3PCa + 2H_2O$ ou $C_8H_{13}O_5PCa$		Trouvé I	II	III	IV
C	36,92	36,98	—	—	—
H	5,00	5,02	—	—	—
Ca	15,38	—	15,49	—	—
H_2O	6,92	—	—	7,03	—
$2H_2O$	13,85	—	—	—	13,58

Note sur quelques sels de l'acide phénylacétique.

Les recherches précédentes m'ont fourni l'occasion d'étudier quelques sels de l'acide phénylacétique. Ces derniers étant assez peu connus, et la plupart d'entre eux n'ayant encore fait l'objet d'aucune publication, je crois bien faire en reproduisant ici les quelques observations faites à ce sujet.

Phénylacétate de calcium

$$C_{16}H_{14}O_4Ca + 3H_2O$$

Ce sel a été préparé par KRAUT[1]. On l'obtient facilement en précipitant par le chlorure de calcium une solution concentrée du sel d'ammonium, ou plutôt en traitant une solution chaude d'acide phénylacétique par le carbonate de calcium pulvérisé; dans ce dernier cas on filtre à chaud et le sel cristallise par refroidissement. Il se présente en une poudre cristalline blanche, fondant au-dessous de 150° dans son eau de cristallisation, qu'il ne perd entièrement que vers 200°. On peut le maintenir fondu assez longtemps sans qu'il ne subisse aucune décomposition ; si l'on ne dépasse pas la température de 150° il se prend par refroidissement en une laque transparente d'un brun clair. Chauffé à 200° environ il devient opaque et ne se dissout dans l'eau que par une ébullition prolongée.

Le sel cristallisé avec 3 molécules d'eau de cristallisation se dissout facilement dans l'alcool, surtout à chaud. Il est assez soluble dans l'eau.

9,1933 gr. d'une solution saturée à 21° ont donné 0,5748 gr. de sel anhydre; donc 100 p. d'eau dissolvent à 21° 6,67 p. de sel anhydre, ou 7,9 p. de sel cristallisé avec trois molécules H_2O.

Phénylacétate de baryum.

$$C_{16}H_{14}O_4Ba + 3H_2O$$

Ce sel qui n'a pas encore été décrit, se prépare comme le sel de calcium auquel il ressemble par ses propriétés.

[1] *Ann. chem. pharm.*, 148, 242.

Il fond sans décomposition au-dessous de 150° pour donner, après refroidissement, une laque transparente retenant $^1/_2$ molécule d'eau de cristallisation. Il devient opaque et perd toute son eau de cristallisation lorsqu'on le porte quelque temps à une température de 200°.

Le sel cristallisé dans l'eau contient 3 molécules d'eau de cristallisation dont il perd $2\,^1/_2$ molécules sous le dessiccateur, ou lorsqu'on le porte à une température de 150°.

Dosage de baryum :

I. Substance : 0,1946 gr. (sel anhydre). — SO_4Ba : 0,1103.

Dosages de l'eau de cristallisation :

II. Substance 0,2213 gr. — H_2O après dessiccation à 135°-140° : 0,0222 gr. — H_2O après dessiccation à 200° : 0,0267 gr.

III. Substance : 0,4745 gr. — H_2O après dessiccation sous le dessiccateur : 0,0458 gr. — H_2O après dessiccation à 200° : 0,0563 gr.

	Calculé pour :		Trouvé		
	$C_{16}H_{14}O_4Ba$	$C_{16}H_{14}O_4Ba + 3H_2O$	I	II	III
Ba	33,66	—	33,32	—	—
$2^1/_2H_2O$	—	9,76	—	10,03	9,65
$3H_2O$	—	11,71	—	12,07	11,87

Le sel cristallisé avec 3 molécules d'eau de cristallisation est facilement soluble dans l'alcool à froid et à chaud, de même que dans l'eau ; le sel anhydre ne se dissout dans l'eau que par une ébullition prolongée.

8,5077 gr. d'une solution saturée à 23° ont donné 0,7077 gr. de sel anhydre. Donc 100 p. dissolvent à

23° 9,07 p. de sel anhydre, ou 10,4 p. de sel cristallisé avec 3 molécules H_2O.

Phénylacétate de plomb.

$$C_{16}H_{14}O_4Pb + H_2O$$

On prépare ce sel en faisant réagir du carbonate de plomb sur une solution chaude d'acide phénylacétique; on filtre à chaud et le sel cristallise par refroidissement dans la solution filtrée.

Le sel de plomb fond dans son eau de cristallisation, mais ne donne pas de laque transparente. Il est beaucoup moins soluble dans l'eau que les sels de baryum et de calcium.

Dosage de plomb :

I. Substance : 0,3464 gr. (sel anhydre). — PbO : 0,1312 gr. — Pb 0,0293 gr.

Dosage de l'eau de cristallisation :

II. Substance : 1,3474 gr. — H_2O après dessiccation à 150° : 0,0512 gr.

	Calculé pour :		Trouvé	
	$C_{16}H_{14}O_4Pb$	$C_{16}H_{14}O_4Pb + H_2O$	I	II
Pb	43,40	—	43,62	—
H_2O	—	3,64	—	3,80

(*La suite au prochain numéro*).

DEUXIÈME PARTIE

I. **Hydrures de naphtaline.**

Parmi les publications relatives aux hydrures de naphtaline (Berthelot[1], Bæyer[2], Græbe[3], Wreden et Znatowicz[4], Agrestini[5]), l'étude spéciale d'Agrestini sur l'hexahydronaphtaline m'a paru renfermer quelques points intéressants à vérifier. Voici les résultats de ce travail de vérification et de quelques observations faites en même temps sur d'autres hydrures de naphtaline.

Bihydrure de naphtaline.

$$C_{10}H_{10}$$

D'après Berthelot ce composé se trouverait en petite quantité dans la naphtaline brute. Le même chimiste l'a préparé en chauffant à 280° 1 partie de naphtaline avec 20 parties d'acide iodhydrique fumant. Il est très probable que dans cette réaction, le bihydrure de naph-

[1] *Bull. Soc. chim.* (2), 9, 288.

[2] *Ann. chem. pharm.*, 155, 269.

[3] *Berichte*, 5, 678.

[4] *Journ. der russisch. chem. Ges.*, 8, 149 et 9., 183. Extraits : *Ann. chem. pharm.*, 187, 153.—Beilstein : *Lehrbuch der org. chem.*, p. 1200.

[5] *Gazz. chim.*, 12, 495.—*Bull. Soc. chim.* (2), 39, 485.—*Berichte*, 16, 796.

taline soit le produit de décomposition par l'iode d'un hydrure plus riche en hydrogène; car en supprimant l'action de l'iode libre, c'est-à-dire en chauffant la naphtaline avec de l'acide iodhydrique en présence de phosphore amorphe (20 gr. de naphtaline, 3 gr. de phosphore rouge, 9 gr. d'acide iodhydrique bouillant à 127°, ont été chauffés pendant 9 heures à 215° environ), je n'ai obtenu qu'un mélange de naphtaline inaltérée et de son tétrahydrure. Le mode de préparation du bihydrure indiqué par Græbe vient à l'appui de cette manière de voir : la tétrahydronaphtaline en solution dans le sulfure de carbone est traitée par le brome étendu lui-même de sulfure de carbone (1 molécule $C_{10}H_{12}$, 2-3 atomes Br). Il se forme ainsi un bromure qui par simple distillation, ou par un traitement à chaud avec la potasse alcoolique, se transforme en bihydrure de naphtaline. Le rendement est mauvais, car il se produit en même temps une assez grande quantité de naphtaline.

Le bihydrure de naphtaline est soluble dans la plupart des dissolvants de la naphtaline; son odeur est beaucoup moins pénétrante que celle des dérivés analogues, plus riches en hydrogène. Il ne donne pas de combinaison avec l'acide picrique.

Le bihydrure reste liquide à la température ordinaire; refroidi au-dessous de 0°, il se concrète en une masse cristalline blanche et fond ensuite vers 9°.

Ne disposant pas d'une quantité de bihydrure assez considérable pour déterminer son point d'ébullition avec un thermomètre plongé en entier dans la vapeur, j'ai observé successivement les points d'ébullition (non corrigés), du bihydrure et de la naphtaline dans des conditions identiques, et j'ai trouvé que le bihydrure de naph-

taline bout 6° plus bas que la naphtaline ($H = 730^{mm},4$). Le point d'ébullition de cette dernière étant 218° (CRAFTS [1]) sous la pression normale, celui du bihydrure sous la même pression est donc 212°. Plusieurs déterminations de points d'ébullition consignées dans ce travail ont été faites d'après cette méthode comparative.

Combustion :

Substance : 0,2069 gr. — CO_2 : 0,6975 gr. — H_2O : 0,1482 gr.

	Calculé pour $C_{10}H_{10}$.	Trouvé.
C	92,31	91,94
H	7,69	7,96

Tétrahydrure de naphtaline.

$C_{10}H_{12}$

D'après AGRESTINI [2] la naphtaline fixe 6 atomes H d'addition lorsqu'on la chauffe avec l'acide iodhydrique et le phosphore dans les conditions indiquées par GRÆBE [3] pour la préparation du tétrahydrure de naphtaline. J'ai donc étudié de nouveau l'action de l'acide iodhydrique et du phosphore sur la naphtaline dans ces conditions et je suis arrivé au même résultat que Græbe.

Plusieurs tubes scellés contenant chacun : 10 gr. de naphtaline, 3 gr. de phosphore amorphe et 9 gr. d'acide iodhydrique (bouillant à 127°), ont été chauffés pendant 7 à 8 heures à 210°-225°.

[1] *Bull. Soc. chim.* (2), 39, 282.
[2] *Gazz. chim.*, 12, 495. — *Bull. Soc. chim.* (2), 39, 485.
[3] *Berichte*, 5, 678.

Le thermomètre placé dans le bain d'air marquait en réalité 220°-240°. Mais ayant observé que la température à l'intérieur des tubes en fer destinés à recevoir les tubes scellés se maintenait, pendant toute la durée de l'expérience, 10 à 15° en dessous de celle indiquée par le thermomètre placé dans le bain d'air, j'ai corrigé l'indication fournie par ce dernier instrument. Enfin, après m'être assuré que la valeur de cette correction reste sensiblement la même tant que la position du thermomètre placé dans le bain d'air ne change pas, j'ai corrigé de même toutes les températures relatives au chauffage des tubes scellés consignées dans ce travail.

En ne dépassant pas la température de 225°, la naphtaline est transformée totalement en tétrahydrure de naphtaline; 10 gr. de naphtaline donnent en moyenne 7 à 8 gr. de tétrahydronaphtaline tout à fait pure (bouillant à 206°). En fractionnant à la distillation une quantité assez considérable de cet hydrocarbure, tel qu'on le retire directement des tubes scellés, on n'obtient qu'une très petite quantité d'un produit, dont le point d'ébullition correspond à celui de l'hexahydrure.

Combustions :

I. Substance : 0,2119 gr. — CO_2 : 0,7074 gr. — H_2O : 0,1764 gr.

II. Substance : 0,2241 gr. — CO_2 : 0,7462 gr. — H_2O : 0,1873. gr.

	Calculs pour :		Trouvé :	
	$C_{10}H_{12}$	$C_{10}H_{14}$	I	II
C	90,91	89,55	91,05	90,81
H	9,09	10,45	9,25	9,29

Les proportions centésimales de carbone et d'hydro-

gène de plusieurs combustions donnaient au total 98 et et 99 au lieu de 100, fait que j'avais d'abord attribué à la présence d'un peu d'iode dans l'hydrocarbure ; en effet, les mêmes échantillons, après distillation sur le sodium métallique, m'ont donné les résultats satisfaisants mentionnés ci-dessus.

Le même produit qui avait donné de bons résultats à l'analyse (I) et que j'avais tout lieu de croire absolument pur, fut analysé quelques jours plus tard, et la somme des proportions de carbone et d'hydrogène fut trouvée égale à 99 seulement, au lieu de 100.

Combustion :

Substance : 0,2085 gr. — CO_2 : 0,6889 gr. — H_2O : 0,1661 gr.

Calculé pour $C_{10}H_{12}$		Trouvé :
C	90,91	90,11
H	9,09	8,85
		98,96

Pensant alors qu'il s'agissait peut-être d'une oxydation au contact de l'air, je conservai cet hydrocarbure dans un flacon fermé seulement par un bouchon de verre, et j'en répétai l'analyse trois mois plus tard.

Combustions :

I. Substance : 0,2052 gr. — CO_2 : 0,6509 gr. — H_2O : 0,1623 gr.

II. Substance : 0,2794 gr. — CO_2 : 0,8873 gr. — H_2O : 0,2233.

III. Substance : 0,1840 gr. — CO_2 : 0,6098 gr. — H_2O : 0,1508.

Calculé pour :		Trouvé :		
	$C_{10}H_{12}$	I	II	III
C	90,91	86,51	86,61	90,39
H	9,09	8,79	8,88	9,11
		95,30	95,49	99,50

L'analyse I a été faite directement sur l'hydrocarbure, sans purification préalable. Afin de m'assurer que ces premiers résultats n'étaient pas dus à une absorption physique d'eau ou d'oxygène, j'ai chauffé pendant quelque temps à 180° la substance qui devait servir à la seconde analyse.

Cette opération ne provoqua aucun dégagement d'eau, tout au plus de quelques bulles de gaz. Enfin ce qui me restait de substance après cette deuxième analyse fut soumis à une distillation :

Une certaine quantité de tétrahydrure de naphtaline inaltéré passe d'abord ; ce produit, rectifié sur le sodium métallique, me donne à l'analyse les résultats exprimés par la troisième combustion.

Puis entre 208° et 215°, l'on recueille une abondante quantité d'un liquide formé probablement de tétrahydronaphtaline et d'une combinaison oxygénée.

A la fin de l'opération, un peu d'eau se dégage et un corps brun, résineux, reste dans le ballon ; il est repris par l'alcool, dans lequel il est facilement soluble, puis précipité par l'eau à l'état d'huile épaisse, incolore, ne se solidifiant pas à la température ordinaire. Il contient 84,39 °/₀ C et 7,55 °/₀ H (la formule $C_{10}H_{10}O$ exigerait 82,2 °/₀ C et 7,2 °/₀ H). Bien qu'on ne puisse encore tirer de ces chiffres aucune conclusion sur la nature de ce produit résineux, l'oxydation de la tétrahydronaphta-

line au contact de l'oxygène de l'air doit être regardée comme parfaitement établie.

Le tétrahydrure de naphtaline reste liquide à la température ordinaire ; refroidi à — 20°, il ne se solidifie pas ; plongé dans l'acide carbonique solide, il se solidifie presque instantanément. Son point d'ébullition d'après les déterminations de Græbe se trouve 12° plus bas que celui de la naphtaline ; le résultat auquel je suis arrivé est identique. Græbe avait admis, d'après Geissler, que le point d'ébullition de la naphtaline était à 217° ; mais Crafts a montré récemment que ce point d'ébullition était à 218°,1 sous la pression normale. Le tétrahydrure de naphtaline entre donc en ébullition à 206° ($H = 760^{mm}$).

Cette température d'ébullition est si voisine de celle indiquée par Agrestini (204°-205°) pour l'hexahydronaphtaline que j'ai cru nécessaire de préparer encore un dérivé du tétrahydrure, et de m'assurer que sa teneur en hydrogène est toujours celle d'un dérivé tétrahydrogéné. C'est dans ce but que j'ai préparé le dérivé sulfonique.

Acide monosulfonique de la tétrahydronaphtaline. — Le tétrahydrure de naphtaline est traité pendant quelques heures à 40° environ, avec trois ou quatre fois son poids d'acide sulfurique concentré ; puis on ajoute un excès d'eau, et du carbonate de baryum jusqu'à saturation. On filtre alors à chaud, on concentre le liquide filtré qui laisse déposer par refroidissement le sel de baryum de l'acide monosulfonique.

L'acide libre se prépare en décomposant le sel de baryum par la quantité d'acide sulfurique théoriquement nécessaire pour neutraliser tout le baryum ; en filtrant et en concentrant la solution, il se dépose des cristaux à peu près incolores, très solubles dans l'eau et dans l'alcool.

Le *sel de baryum* $(C_{10}H_{11}SO_3)_2Ba + 1\,^1/_2H_2O$ cristallise en tables très solubles dans l'eau bouillante, beaucoup moins dans l'eau froide, solubles aussi dans l'alcool. Le sel desséché à 180° semble retenir un peu d'eau de cristallisation, ou peut-être subit-il une oxydation partielle analogue à celle de l'hydrocarbure? C'est là du moins ce que sembleraient indiquer les proportions de carbone et de baryum fournies par l'analyse, proportions qui ont été trouvées trop faibles. M. Graebe était déjà arrivé autrefois au même résultat.

Combustion :

I. Subst. desséchée : 0,1712 gr. — CO_2 : 0,2662 gr. — H_2O : 0,0610 gr.

Il restait dans la nacelle 0,0699 gr. SO_4Ba.

Dosage de baryum :

II. Substance desséchée : 0,2135 gr. — SO_4Ba : 0,0874 gr.

Dosage de l'eau de cristallisation :

III. Substance cristallisée : 0,4476 gr. — H_2O : 0,0204 gr. (dessiccation à 180°).

	Calculé pour :		Trouvé :		
	$(C_{10}H_{11}SO_3)_2Ba + 1\,^1/_2H_2O$	$(C_{10}H_{11}SO_3)_2Ba$	I	II	III
C	—	42,93	42,41	—	—
H	—	3,94	3,96	—	—
Ba	—	24,51	24,01	24,06	—
$1\,^1/_2H_2O$	4,61	—	—	—	4,55

Les analyses de ce sel, ainsi que celles de l'hydrocarbure, ne laissent aucun doute sur la nature du produit

obtenu d'après les indications de Graebe, produit qui est donc bien du tétrahydrure de naphtaline. Les résultats obtenus par Agrestini ne peuvent être attribués qu'à des différences de température pendant la préparation de l'hydrocarbure.

Hexahydrure de naphtaline.

$$C_{10}H_{14}$$

Cet hydrure a été préparé par Wreden[1] en chauffant pendant 55 heures à 245° 4 gr. de naphtaline avec 0,5 gr. de phosphore rouge et 20cc d'acide iodhydrique saturé à 0°. Agrestini l'a obtenu de son côté, comme je l'ai déjà dit, en chauffant à 235° la naphtaline avec l'acide iodhydrique ordinaire et le phosphore suivant les indications données par Græbe pour la préparation de la tétrahydronaphtaline; la quantité d'hexahydrure produite dans ces conditions ne dépassait pas le 50 °/₀ de la naphtaline employée. Ceci m'a engagé à chercher des proportions plus avantageuses pour la préparation de cet hydrocarbure, résultat auquel je suis arrivé en chauffant pendant 8 à 10 heures à 240°-250° plusieurs tubes scellés contenant chacun : 6,7 gr. de naphtaline, 3 gr. de phosphore rouge, 9 à 10 gr. d'acide iodhydrique (bouillant à 127°). Le poids de l'hydrocarbure brut, tel qu'on le retire des tubes en distillant leur contenu avec des vapeurs d'eau, était à peu près égal à celui de la naphtaline employée, et après avoir été rectifié, l'hexahydrure pur représentait le 80 à 85 °/₀ du poids de la naphtaline. Cette dernière substance avait entièrement disparu.

[1] *Lehrbuch der organischen Chemie von Beilstein*, p. 1200. Il ne m'a pas été possible de consulter le mémoire original publié dans le *Journal de la Société de chimie* de Saint-Pétersbourg.

Combustion :

Substance : 0,1710 gr. — CO_2 : 0,5578 gr. — H_2O : 0,1642 gr.

Calculé pour : $C_{10}H_{14}$		Trouvé :
C	89,55	88,97
H	10,45	10,67

Le point d'ébullition de l'hexahydrure de naphtaline est à 18-18,5 degrés plus bas que celui de la naphtaline (baromètre 726^{mm},8). Ramené à la pression normale il serait donc à 199°,5-200. Ce résultat concorde avec celui de Wreden (195°-200°), mais non pas avec la détermination d'Agrestini qui a trouvé 204°-205° sous la pression de 764^{mm} (thermomètre en entier dans la vapeur). En répétant plusieurs fois la détermination de ce point d'ébullition, sur des échantillons provenant de différentes préparations et récemment distillés sur le sodium métallique, je suis toujours arrivé au même résultat. Le point d'ébullition 204°-205° trouvé par Agrestini me paraît trop voisin de celui du tétrahydrure pour être exact. Peut-être cette élévation du point d'ébullition provient-elle d'une oxydation de l'hexahydrure, ce qui suffirait pour produire une élévation de quelques degrés, à en juger du moins par les observations faites à ce sujet sur la tétrahydronaphtaline [1].

[1] Les points d'ébullition des hydrures de naphtaline présentent entre eux des différences à peu près constantes, ce qui ne serait pas le cas si la détermination d'Agrestini était exacte.

Naphtaline $C_{10}H_8$	218°,1
Bihydronaphtaline $C_{10}H_{10}$	212°
Tétrahydronaphtaline $C_{10}H_{12}$ ..	206°
Hexahydronaphtaline $C_{10}H_{14}$ ..	199°,5—200°
Octohydronaphtaline $C_{10}H_{16}$ ...	190°—193°

Je n'ai pu déterminer exactement le point de solidification de l'hexahydrure de naphtaline; la congélation n'a pas encore lieu à — 20°, mais bien à — 70° (dans l'acide carbonique solide)

Octohydrure de naphtaline.

$C_{10}H_{16}$

D'après WREDEN[1] cet hydrocarbure s'obtient de la même manière que la tétrahydronaptaline. Il y a évidemment là une erreur, peut-être dans la reproduction même de l'article original. Pour dissiper toute espèce de doute sur ce point, j'ai cherché à préparer l'octohydrure de naphtaline en employant les proportions relatives d'acide iodhydrique et de phosphore adoptées par Græbe pour la préparation du tétrahydrure, mais en opérant cette fois à une température plus élevée. Même après avoir chauffé pendant 8 heures à 260°-265°, on n'obtient qu'une quantité insignifiante d'octohydrure. Mais en chauffant pendant 15 à 20 heures à 260°-265° il se forme déjà une forte proportion de ce corps. Dans une expérience exécutée en remplissant les tubes scellés suivant les proportions adoptées pour la préparation du tétrahydrure (10 gr. $C_{10}H_8$, 3 gr. P rouge, 9 gr. HJ de $d = 1,7$) on parvient à séparer les hydrocarbures en trois portions :

La première passant entre 186° et 192°, après rectification sur le sodium métallique a donné à l'analyse des résultats conformes à ceux que réclame la formule de l'octohydronaphtaline.

[1] *Lehrbuch der organischen Chemie von Beilstein*, p. 1200. Ici encore le mémoire original n'a pas été consulté.

Combustion :

Substance : 0,1677 gr. — CO_2 : 0,5428 gr. — H_2O : 0,1743.

Calculé pour : $C_{10}H_{16}$		Trouvé :
C	88,24	88.28
H	11,76	11,55

La deuxième portion passant près de 200° est formée d'hexahydronaphtaline.

Puis le thermomètre monte rapidement au-dessus de 212° et l'on recueille une faible quantité de naphtaline.

Évidemment, les proportions précédentes ne présentent aucun avantage pour la préparation de l'octohydrure de naphtaline. Le rendement est meilleur en prenant 5 gr. de naphtaline, 3 gr. de phosphore rouge et 9 gr. d'acide iodhydrique (bouillant à 127°).

Le point d'ébullition de l'octohydrure de naphtaline se trouve 25 à 28° plus bas que celui de la naphtaline, d'où l'on conclut que, sous la pression normale, l'octohydronaphtaline bout à 190°-193°. Elle se solidifie dans l'acide carbonique solide, mais pas à — 25°.

II. Essais de réduction du diphénylméthane et du triphénylméthane.

Les hydrocarbures formés de noyaux benziques avec deux chaînes latérales (naphtaline, anthracène, xylols, etc.) sont assez facilement hydrogénés. Je me suis demandé s'il en serait de même avec le diphénylméthane et le tri-

phénylméthane, hydrocarbures chez lesquels les noyaux benziques ne sont en relation qu'avec une seule chaîne latérale. Tenant avant tout à établir des points de comparaison, j'ai simplement soumis ces hydrocarbures à l'action réductrice de l'acide iodhydrique, dans des conditions de température où la naphtaline est déjà facilement réduite, sans chercher autrement à obtenir leurs premiers produits de réduction.

Diphénylméthane. — En chauffant pendant 6 heures à 220°-230° cet hydrocarbure, en présence d'acide iodhydrique et de phosphore rouge (3 gr. diphénylméthane, 1 gr. P rouge, 4-5 gr. HJ de $d = 1,7$), le phosphore disparaît complètement ; il se produit alors une assez grande quantité d'hydrogène phosphoré, et un peu d'iodure de phosphonium. Le contenu des tubes est repris par l'éther, puis soumis à la distillation ; on obtient ainsi un hydrocarbure qui, par l'odeur caractéristique de sa vapeur, par son point d'ébullition, par son point de fusion, est facile à reconnaître pour du diphénylméthane ; c'est du reste ce que confirme l'analyse. La quantité de diphénylméthane obtenue après la distillation, représente environ la moitié de la quantité primitive. Dans les conditions de l'expérience le diphénylméthane n'est donc pas réduit.

Combustion :

Substance : 0,2510 gr. — CO_2 : 0,8512 gr. — H_2O : 0,1652 gr.

Calculé pour : $C_{13}H_{12}$		Trouvé :
C	92,86	92,49
H	7,14	7,31

Triphénylméthane. — Cet hydrocarbure chauffé avec

l'acide iodhydrique et le phosphore rouge (6 gr. triphénylméthane, 1,5 gr. P rouge et 7 gr. HJ de $d = 1,7$) à 220°-230° dans un premier essai, et à 235°-245° dans un deuxième essai, ne subit aucune hydrogénation. Dans les deux cas le phosphore a entièrement disparu ; les tubes contenaient de l'hydrogène phosphoré. Leur contenu a été repris par l'éther et soumis à la distillation ; j'ai ainsi obtenu un hydrocarbure facile à reconnaître pour du triphénylméthane par son point d'ébullition et son point de solidification. Ces caractères ont été contrôlés par l'analyse du produit de l'une des expériences.

Combustion :

Substance : 0,2749 gr. — CO_2 : 0,9374 gr. — H_2O : 0,1603 gr.

Calculé pour $C_{19}H_{16}$		Trouvé
C	93,44	92,99
H	6,56	6,48

Peut-être, dans les conditions de ces expériences, se forme-t-il une faible quantité de toluol, car, pendant la distillation, le thermomètre est resté stationnaire quelques instants vers 115° ?

CONCLUSIONS

Les hydrocarbures complexes, formés de noyaux benziques et de groupes latéraux non saturés appartenant à la série grasse, sont hydrogénés par l'acide iodhydrique à une température inférieure à 200°. C'est du moins ce

qui ressort de l'ensemble des travaux relatifs à cette question.

Pour le plus grand nombre des hydrocarbures de cette catégorie, il est de toute évidence que l'hydrogène se fixe d'abord sur ces chaînes latérales non saturées. Tel est le cas dans la transformation du tolane $C_6H_5.C:C.C_6H_5$ en stilbène $C_6H_5.CH:CH.C_6H_5$ (BARBIER [1]); du stilbène en dibenzyle $C_6H_5.CH_2.CH_2.C_6H_5$ (LIMPRICHT et SCHWANERT [2]); du styrol $C_6H_5.CH:CH_2$ en éthylbenzol $C_6H_5.C_2H_5$ (BERTHELOT [3]): du diphényléthylène $(C_6H_5)_2:C:CH_2$ en diphényléthane $(C_6H_5)_2:CH.CH_3$ (HEPP [4]). Il en est de même dans la réduction de l'anthracène $C_6H_4<\overset{CH}{\underset{CH}{|}}>C_6H_4$ en bihydrure d'anthracène $C_6H_4<\overset{CH_2}{\underset{CH_2}{}}>C_6H_4$ (GRÆBE et LIEBERMANN [5]), car la formation synthétique de ce dernier à l'aide du bromure d'orthobrombenzyle $Br.C_6H_4.CH_2Br$ ne laisse aucun doute sur sa constitution (JACKSON et WHITE [6]). Le bihydrure de phénylanthracène présente une constitution analogue; la préparation de cet hydrocarbure à l'aide de l'acide triphénylméthane-carbonique et de l'acide iodhydrique présente ceci d'intéressant que l'acide iodhydrique agit ici comme agent de condensation et comme agent de réduction (BÆYER [7]).

En résumé, dans tous les exemples précédents, l'hydro-

[1] *Ann. chim. phys.* (5), 7, 515.
[2] *Ann. chem. pharm.*, 145, 334.
[3] *Bull. Soc. chim.* (2), 9, 277.
[4] *Berichte*, 7, 1412.
[5] *Ann. chem. pharm.* Suppl. 7, 265.
[6] *Berichte*, 12, 1965.
[7] *Ann. chem. pharm.*, 202, 61.

gène se fixe d'abord sur les groupes latéraux non saturés et il faut admettre que cette règle est générale dans la réduction des hydrocarbures présentant des caractères analogues ; la formation de plusieurs hydrures devient alors facile à concevoir. Tel serait le cas, par exemple, des bihydrures d'acénaphtène (Berthelot [1]) et de fluoranthène (Goldschmiedt [2]).

$$C_{10}H_6 <\begin{matrix} CH_2 \\ CH_2 \end{matrix}> \qquad \begin{matrix} C_6H_4—CH \\ | \quad \diagup \quad \diagdown CH \\ C_6H_3—CH /\!/ \end{matrix}$$

Acénaphtène. Fluoranthène.

Quant aux hydrocarbures à chaînes latérales entièrement saturées, leur hydrogénation est en général plus difficile ; elle ne commence guère qu'à 200°-220°, et dans plusieurs cas, on est obligé d'opérer à des températures encore plus élevées. L'hydrogène se fixe alors sur le noyau benzique par voie d'addition, et cela d'autant plus facilement que le nombre des groupes latéraux est plus grand ; le mésitylène est beaucoup plus facilement hydrogéné que le métaxylol, et celui-ci plus facilement aussi que le toluol. La même remarque a été faite à propos de l'hydrogénation des acides aromatiques à l'aide de l'amalgame de sodium (Bæyer [3]).

Cette observation s'applique aussi aux hydrocarbures complexes chez lesquels certains groupes azotés ou oxygénés, même des noyaux benziques peuvent remplir le rôle de chaînes latérales relativement à un premier noyau benzique, dont l'hydrogénation devient ainsi plus

[1] *Ann. chim. phys.* (4), 12, 236. — *Bull. Soc. chim.*, 8, 251.
[2] *Monatshefte f. Chem.*, 1, 225.
[3] *Ann. chem. pharm.* Suppl. 7, 52.

facile. Tandis que le diphényle (SCHULTZ [1]) et le diphénylméthane résistent à l'hydrogénation, le fluorène (BARBIER [2]), qui présente à la fois les liaisons du diphényle et du diphénylméthane, est au contraire très facilement hydrogéné. Il en est de même du carbazol (GRÆBE et et GLASER [3]), dont la réduction poussée jusqu'à une température de 350° a permis de préparer un décahydrure de diphényle.

$$\begin{array}{l} C_6H_4 \\ | \quad > CH_2 \\ C_6H_4 \end{array} \qquad\qquad \begin{array}{l} C_6H_4 \\ | \quad > NH \\ C_6H_4 \end{array}$$

Fluorène. Carbazol.

Cependant tous les groupes latéraux ne facilitent pas l'hydrogénation ; tandis que le carbazol se laisse facilement réduire, et que l'acide oxycamphorique se transforme aisément en hexahydrure de métaxylol (WREDEN [4]), l'éther phœnique $(C_6H_5)_2O$ au contraire n'est pas réduit par l'acide iodhydrique, non plus que l'oxyde de diphénylène $\begin{array}{l} C_6H_4 \\ | \quad > O \\ C_6H_4 \end{array}$ (MERZ et WEITH [5]).

[1] *Ann. chem. pharm.*, 174, 206.

[2] *Ann. chim. phys.* (5), 7, 511. — D'après Barbier le fluorène se transforme au-dessus de 200°, sous l'action de l'acide iodhydrique de $d = 1,5$ et du phosphore rouge, en un hydrure $C_{13}H_{28}$; il y aurait donc addition de 18 atomes H. Avec l'acide iodhydrique de $d = 1,7$ en présence de phosphore rouge, même à 270°, il ne me paraît pas que le fluorène puisse fixer plus de 8 à 10 atomes H. Je ne crois pas cependant devoir publier encore le détail de ces recherches, ayant reconnu que le fluorène dont j'ai fait usage n'était pas d'une pureté absolue.

[3] *Ann. chem. pharm.*, 163, 356.

[4] *Ann. chem. pharm.*, 187, 153.

[5] *Berichte*, 14, 191.

D'une manière générale on peut dire que les hydrocarbures ne présentant dans leur formule de structure que des noyaux benziques avec une seule chaîne latérale, comme le toluol, le diphényle, le diphénylméthane, le triphénylméthane, se prêtent difficilement aux réactions hydrogénantes. Il en est autrement de ceux dont les noyaux benziques sont en relation avec deux groupes latéraux au moins, comme le xylol, le mésitylène, la naphtaline, le fluorène, l'anthracène, le pyrène, qui sont plus facilement réduits ou le sont partiellement.

La constitution de la plupart de ces hydrures ne peut encore être déterminée d'une façon rigoureuse ; il n'est guère possible sur ce terrain-là de procéder autrement que par voie de comparaison. Voici, comme exemple, l'idée qu'on peut se faire ainsi de la constitution du tétrahydrure de naphtaline et de l'hexahydrure d'anthracène.

Sous l'action des vapeurs de brome, le dibromanthracène $C_6H_4<\begin{matrix}CBr\\|\\CBr\end{matrix}>C_6H_4$ se transforme en tétrabromure de dibromanthracène $C_6H_4<\begin{matrix}CBr\\|\\CBr\end{matrix}>C_6H_4.Br_4$, dans lequel les 4 atomes Br d'addition sont évidemment dans un même noyau benzique, puisque la potasse alcoolique le décompose en un tétrabromanthracène $C_6H_4<\begin{matrix}CBr\\|\\CBr\end{matrix}>C_6H_2Br_2$ dont 2 atomes Br se trouvent dans un même noyau benzique. Par raison d'analogie, nous pourrons formuler le tétrahydrure de bihydro-anthracène (ou hexahydrure d'anthracène) : $C_6H_4<\begin{matrix}CH_2\\CH_2\end{matrix}>C_6H_4.H_4$.

Des considérations semblables nous conduiront à une formule du tétrahydrure de naphtaline, $C_6H_4 : C_4H_4.H_4$ dans laquelle les 4 atomes H d'addition seront dans un même noyau benzique; car on connaît un tétrachlorure de naphtaline dont les 4 atomes Cl d'addition doivent se trouver dans un même noyau benzique.

Enfin si l'on remarque que l'acide phtalique, la naphtaline, le bihydro-anthracène sont des combinaisons de l'orthosérie, et en second lieu, que ces trois composés fixent chacun 4 atomes H sous l'action de l'acide iodhydrique, il est naturel d'admettre que les 4 atomes H d'addition occupent des positions analogues dans les trois dérivés tétrahydrogénés. Dans l'acide tétrahydrophtalique ces 4 atomes H sont liés aux 4 atomes C indépendants (c'est-à-dire non en relation avec les carboxyles, BÆYER[1]); il en est donc très probablement de même pour le tétrahydrure de naphtaline et l'hexahydrure d'anthracène, dont les formules développées seraient alors entièrement déterminées.

[1] *Ann. chem. pharm.*, 166, 357.

ÉTUDES GLACIAIRES

PAR

M. F.-A. FOREL
Professeur, à Morges.

Dans un mémoire publié en avril 1882 sur le *Grain du Glacier*[1], j'ai insisté sur l'importance fondamentale du grain cristallin qui forme l'élément de structure de la substance du glacier ; j'ai montré comment le grain s'accroissant en volume à mesure qu'il devient plus âgé, ce développement de la partie élémentaire est à la base de toutes les modifications que subit la masse totale du glacier, soit dans ses fragments, soit dans son ensemble. Toute théorie du glacier doit se fonder sur les modifications du grain cristallin.

Le cristal de la neige pulvérulente s'accroît quand il est placé dans des conditions favorables; il devient successivement grain du névé et grain du glacier. Grossissant progressivement d'année en année, à mesure qu'il descend avec le glacier dans les régions inférieures, il finit par former avec les cristaux ses voisins un aggloméral de gros grains cristallins pressés les uns contre les autres, chaque grain constituant un cristal et un seul cristal,

[1] F.-A. Forel, Le grain du glacier. *Archives*, VII, 329. Genève, 1882.

séparé de ses voisins par les fissures capillaires. Cela est démontré par l'étude des propriétés optiques de la glace glaciaire.

Quelle est la cause de l'accroissement du grain du glacier? A cette question je ne vois que deux réponses:

Ou bien le grain s'accroît aux dépens des autres cristaux ses voisins qui, placés dans des conditions moins favorables, perdent de la matière pendant qu'il en gagne, et absorbent de la chaleur pendant qu'il en dégage en cristallisant. Des faits de pression, des causes d'ordre mécanique seraient, dans cette interprétation, à la base du développement du grain cristallin.

Ou bien le grain cristallin s'accroît aux dépens de l'eau de fusion qui lui arrive des régions superficielles du glacier; cette eau trouve à dégager sa chaleur latente, et cristallise en ajoutant une couche aux cristaux déjà formés. Dans cette supposition la cause de l'accroissement serait dans des faits thermiques.

La première de ces hypothèses, que j'appellerai *Théorie mécanique du grain cristallin*, a été défendue avec beaucoup de force par mon ami Ed. Hagenbach-Bischoff, de Bâle, qui, après en avoir fait un premier exposé devant la Société helvétique des sciences naturelles réunie à Brigue[1], l'a développée plus tard dans un Mémoire plein de science et de déductions du plus grand intérêt[2].

La seconde hypothèse, que je désignerai sous le nom

[1] Soc. helv. sc. nat. Actes de Brigue. *Archives,* IV, 385. Genève, 1880.

[2] Soc. helv. sc. nat. Actes de Linthal. *Archives,* VIII, 388. Genève, 1882.—Ed. Hagenbach, Das Gletscherkorn, *Verhandl. der Naturf. Gesellsch. in Basel*, VII, 192. Basel, 1882. Le grain du glacier. *Arch.*, VIII, 343. Genève, 1882.

de *Théorie thermique du grain cristallin*, je l'ai développée provisoirement dans mon Mémoire sur le grain du glacier. J'ai cherché à montrer comment l'eau de fusion des couches superficielles pénètre pendant la saison chaude dans les couches profondes du glacier, où elle arrive par la voie des crevasses et des fissures capillaires ; comment le corps du glacier refroidi pendant l'hiver se réchauffe au contact de cette eau; comment cette eau, étant elle-même à la température de 0° ne peut livrer de la chaleur qu'en changeant d'état, en dégageant sa chaleur latente et en cristallisant; comment cette cristallisation se faisant suivant les mêmes axes que les cristaux déjà existants, il en résulte un accroissement des grains cristallins baignés par l'eau d'imbibition.

J'ai cherché si les faits connus confirmaient ou infirmaient cette première partie de la théorie. En utilisant les quelques données que nous possédons sur la grosseur des grains cristallins et sur leur âge, j'ai vu que leur accroissement s'expliquerait suffisamment par une telle congélation de l'eau d'imbibition; j'ai montré tout au moins que ces calculs, d'approximation très éloignée il est vrai, n'amenaient pas à des impossibilités, que mon hypothèse ne se heurte pas dès l'abord à des objections immédiates et insolubles, que, au contraire, elle semble répondre assez bien aux faits observés.

L'expérimentation a confirmé ces vues; en faisant agir alternativement le froid et la chaleur sur un bloc de neige ordinaire, j'ai obtenu, au bout d'une trentaine d'opérations représentant l'effet d'une quinzaine d'années, une masse absolument analogue à celle du glacier; elle présentait la même apparence et la même disposition morphologique et optique des grains cristallins; c'était du glacier, dont

les grains, de 2 à 3 mm. de diamètre, étaient obtenus en dehors de toute pression extérieure, par la seule action de la chaleur.

Amené par ces considérations et expériences à admettre la possibilité de l'accroissement du grain du glacier par des actions thermiques, j'ai dû pousser le raisonnement plus loin. Si le grain du glacier, unité de la masse, accroît son volume sous l'influence de la chaleur, la masse entière du glacier, somme des unités, s'accroîtra aussi sous les mêmes actions, elle se gonflera. Par suite, l'écoulement du glacier, conséquence de ce gonflement de la masse, serait dû à l'action de la chaleur, et non, comme je l'avais admis jusqu'à présent avec la plupart des auteurs modernes, à l'action de la pesanteur. D'après cela, j'ai été conduit à reprendre l'étude des théories thermiques de l'écoulement du glacier, et, en les modifiant notablement, à les baser sur l'accroissement du grain cristallin. Quelques calculs approximatifs ont semblé appuyer ces interprétations et j'ai pu me croire justifié à les présenter à nouveau, en opposition aux théories mécaniques de la structure et de l'écoulement du glacier.

Cette théorie thermique du glacier mérite d'être étudiée plus à fond; elle ne doit pas être écartée par un *a priori* dédaigneux; elle ne doit pas non plus être acceptée sans une critique attentive et serrée. C'est cette étude que je voudrais reprendre aujourd'hui. Il y a dans une telle hypothèse un grand nombre de points différents; les uns appartiennent à la spéculation, les autres à l'expérience; quelques-uns invoquent des faits déjà observés, le plus grand nombre appellent de nouvelles recherches. Il me paraît préférable d'étudier séparément les diverses faces de la question; étant données les grandes difficultés de

plusieurs de ces problèmes, je ne me croirai pas tenu de suivre un ordre méthodique dans la succession de mes chapitres.

Sera-ce dans la mesure de mes forces d'aborder toutes les questions de détail qui doivent précéder la synthèse définitive? Arriverai-je jamais à présenter d'une manière plausible cette synthèse, qui serait un essai de théorie du glacier? Je n'ose m'y engager d'avance. Sans que je puisse, au début de cette entreprise, espérer de l'amener à bout d'une manière complète, je serai heureux si, dans le cours de ces études, j'élucide quelque point de détail, si je rencontre quelque fait nouveau ou quelque généralisation intéressante.

I

De la température intérieure du glacier.

Dans mon mémoire sur le Grain du glacier[1], j'ai signalé l'état d'incertitude déplorable dans lequel nous sommes au sujet de la température interne des glaciers. L'on admet généralement que, à part une croûte superficielle peu épaisse qui se congèle en hiver, toute la masse du glacier demeure constamment à la température de 0°, de glace fondante, que le glacier n'est nulle part dans son intérieur à une température inférieure à 0°. L'on se base essentiellement pour cette affirmation sur les expériences d'Agassiz, en juillet 1842, au glacier de l'Unteraar. Mais j'ai fait voir, dans le mémoire cité, quelle critique importante on doit apporter à l'expérimentation d'Agassiz,

[1] *Loc. cit.*, p. 353.

quelle erreur de méthode entache ses observations, qui n'ont sur ce point absolument aucune valeur.

Ces expériences n'ayant pas, que je le sache, été reprises, la question reste intacte; sauf quelques faits de détails, observés entre autres par Hugi, Agassiz et ses collègues, etc., nous ne savons rien expérimentalement de la température interne du glacier.

Cette question est cependant la première qui devrait être résolue dans une étude théorique des glaciers, et je me permets de la recommander à l'attention de ceux qui désirent faire quelque chose d'utile dans la recherche et l'étude de la nature alpine.

En attendant que ces données expérimentales nous soient fournies, je crois pouvoir attaquer le problème par la voie de la spéculation.

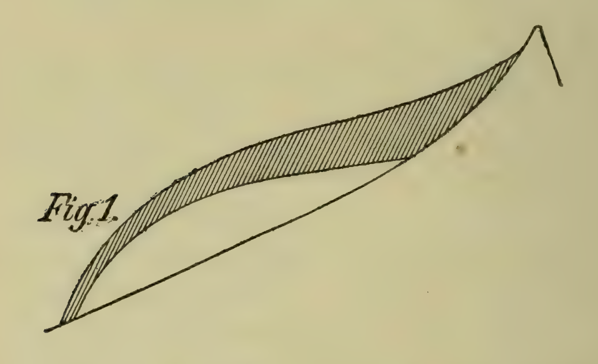
Je considérerai un glacier, tel que nous le voyons dans les Alpes, masse de glace partant des régions situées au-dessus de l'isotherme atmosphérique de 0°, et descendant jusqu'au-dessous de cette ligne, soumise à un climat froid, à un hiver prolongé, à un été court; masse de glace d'eau incapable de s'élever, sans se liquéfier, au-dessus de la température de 0°, capable au contraire de se refroidir au-dessous de 0°; masse de glace solide dont la conductibilité thermique est relativement lente.

Je supposerai en premier lieu que ce glacier ait été soumis à un été assez chaud et assez prolongé pour que tout le corps du glacier ait été relevé à la température de glace fondante, que toute sa masse soit à 0°. Je me pose la question : quel serait, sur un tel glacier, l'effet d'un hiver ordinaire du climat alpin ?

La couche superficielle se gèlera à une profondeur

d'autant plus importante et descendra à une température d'autant plus basse que le point considéré sera plus élevé en altitude. Dans la région du névé, où l'hiver dure onze mois, où la température atmosphérique est beaucoup plus basse et la radiation beaucoup plus puissante par le fait de la plus faible nébulosité de l'air, la perte de chaleur sera plus considérable, la surface du glacier se refroidira plus et la congélation pénétrera plus profondément que dans la région terminale, où l'hiver ne dure que sept mois et où le froid est beaucoup moins intense.

L'état thermique de ce glacier hypothétique à la fin d'un seul hiver, peut se représenter par la figure 1, où la partie ombrée indique la surface gelée, et la partie blanche la masse profonde, épargnée par la congélation et restée à la température de glace fondante.

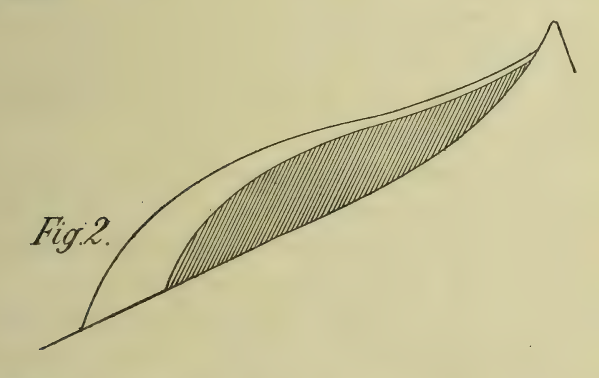

Fig. 1.

Je supposerai en second lieu que ce même glacier ait été soumis à un hiver assez prolongé pour que toute sa masse ait été pénétrée par le froid et ait été congelée à une température inférieure à 0°. Je me pose la question : quel serait, sur un tel glacier, l'effet d'un été ?

La surface se réchauffera ; le soleil, l'air chaud, la pluie, l'humidité atmosphérique ramèneront à 0°, à la tempéra-

ture de glace fondante, une couche superficielle d'autant plus épaisse que la saison chaude aura été plus prolongée et plus tiède, et que la glace avait été moins refroidie par l'hiver précédent. D'après cela la couche superficielle où le glacier revient à 0°, sera plus épaisse dans les régions terminales inférieures que dans les régions supérieures, vers le névé d'origine.

La figure 2 représente l'état du glacier hypothétique à la fin de l'été ; les couches profondes, hachées dans le dessin, sont gelées, les couches superficielles sont fondantes.


Fig. 2.

Telle serait l'action d'un été, telle serait l'action d'un hiver, ces deux saisons agissant chacune isolément. Réunissons maintenant ces deux actions, et superposant nos deux premières figures schématiques, cherchons quel serait l'effet de l'alternance d'un hiver et d'un été, se succédant dans le cours de l'année. Nous obtiendrons la figure 3, dans laquelle la ligne *bad* limitera l'action de l'hiver, la ligne *eac* limitera l'action de l'été, et la ligne *bac* limitera la couche dans laquelle chaque année se font sentir les actions alternatives de l'été et de l'hiver, de la chaleur et du froid.

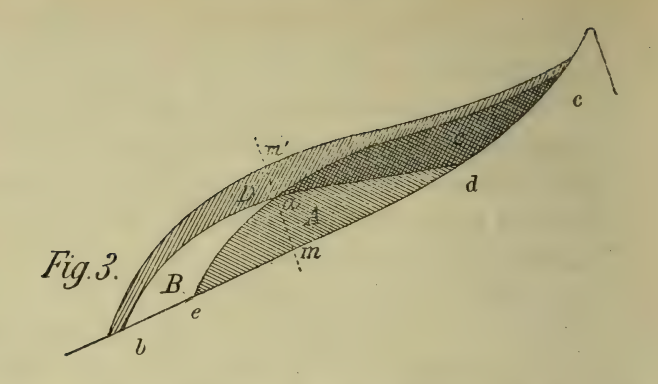


Fig. 3.

Ces lignes représentant des surfaces inclinées dans l'intérieur du glacier, diviseront celui-ci en quatre couches:

1° Une couche *A* profonde dans laquelle ni l'été ni l'hiver ne font sentir leur action, du moins pas d'une manière immédiate.

2° Une couche *B* dans laquelle la chaleur de l'été peut pénétrer et amener la glace à la température de glace fondante, mais dans laquelle le froid de l'hiver n'atteint pas; cette couche restera donc à 0°.

3° Une couche *C* dans laquelle le froid de l'hiver pénètre, mais qui demeure en dehors de l'action réchauffante de l'été. Cette couche restera congelée au-dessous de 0°.

4° Enfin une couche *D* superficielle dans laquelle les variations saisonnières se font sentir chaque année, qui est congelée chaque hiver, qui chaque été remonte à la température de fusion. Cette couche doit avoir son maximum d'épaisseur vers le point *a*, rencontre des deux surface limites; elle doit diminuer d'épaisseur à mesure que, de ce point *a* on descend vers la terminaison inférieure du glacier où le froid pénètre moins profond, ou bien que l'on remonte vers l'origine du glacier où l'influence de

l'été, moins puissante, réchauffe une couche de moins en moins épaisse.

Quelle est l'épaisseur de cette couche superficielle à température variable? Je l'ignore. On admet généralement d'après la lenteur des conductions thermiques à travers la glace, que dans une saison d'une demi-année la chaleur ne se propage guère au delà d'une dizaine ou d'une quinzaine de mètres. Telle serait la valeur de cette couche. Mais le glacier n'est pas limité par une surface égale et régulière; il est crevassé et ses crevasses pénètrent souvent très loin. La chaleur de l'été et le froid de l'hiver ont accès par le moyen de ces crevasses dans l'intérieur du glacier, et la couche à température variable doit suivre en certaine mesure les contours, fort tourmentés, de la surface réelle de la glace. D'après cela l'épaisseur de la couche superficielle doit être d'autant plus importante que le glacier est plus profondément crevassé et que les crevasses sont plus rapprochées.

Le glacier est donc formé d'une couche superficielle à température variable, et d'une couche profonde à température constante. Quelle est la température de cette couche profonde ?

Pour l'apprécier, reprenons notre figure 3. Faisons passer par le point *a* un plan transversal *mm'*, perpendiculaire à la surface du glacier; il séparera le glacier en deux régions :

1° La région inférieure dans laquelle la chaleur de l'été pénètre plus profondément et avec plus d'intensité que le froid de l'hiver.

2° La région supérieure dans laquelle c'est le froid de l'hiver qui prédomine.

Dans les couches profondes de ces deux régions, les

phénomènes de conduction égaliseront et uniformiseront la température.

Dans la région inférieure, la chaleur reçue dépassant en intensité l'effet du froid, la masse profonde tendra à se réchauffer. Si nous avions affaire à une substance qui pût se réchauffer sans changer d'état, comme une roche ou de la terre, elle prendrait la température correspondante à la somme algébrique de la chaleur reçue et de la chaleur dégagée. Mais comme la glace ne peut s'élever au-dessus de 0° sans se changer en eau, sous l'influence d'un excès de chaleur elle fondra en partie, et le restant de la masse gardera la température de glace fondante. Dans la région inférieure du glacier, la couche profonde à température constante sera invariablement à 0°.

Dans la région supérieure du glacier les gains de chaleur de l'été ne suffisent pas à compenser les pertes de l'hiver; chaque année une certaine quantité de froid reste emmagasinée dans le glacier ; un état d'équilibre thermique s'établit entre l'atmosphère et les couches profondes par l'intermédiaire des couches superficielles à température variable. Les couches profondes doivent avoir une température constante, mais d'autant plus froide qu'elles sont plus près de l'origine du glacier, ou plutôt que, leur altitude étant plus élevée, elles sont dans un climat plus froid,

D'après cela la température du glacier peut s'exprimer schématiquement par la figure 4, dans laquelle la couche superficielle à température variable *D* est désignée par un pointillé, dans laquelle les couches profondes limitées par la surface *bac* ont une température d'autant plus basse, figurées par des hachures de plus en plus serrées à mesure que l'on remonte vers l'origine du gla-

cier. En aval du plan *mam'* la couche profonde est à 0° ; en amont de ce plan elle reste à—1°, à—2°, à—3°, etc.

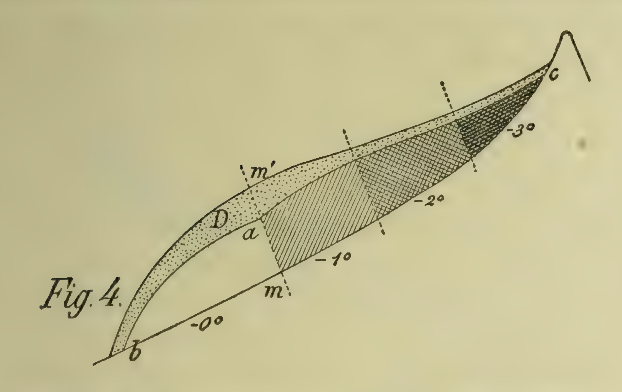


Fig. 4.

Le plan *mam'* coupe en *m'* la surface du glacier par une ligne transversale que j'appellerai la *ligne isotherme 0°*; cette ligne doit jouer un rôle considérable dans l'économie du glacier [1].

Il nous reste à faire intervenir la chaleur centrale de la terre, laquelle se propage de bas en haut, aussi bien à travers la glace qu'au travers des roches. Si le glacier avait une épaisseur très considérable, nous trouverions dans la profondeur, à partir de la surface inférieure de la couche à température variable, une stratification thermique parallèle à la surface du glacier, montrant des couches de moins en moins froides jusqu'au fond même du glacier, qui serait à 0°. Dans nos climats, l'épaisseur des glaciers n'est pas assez grande pour que nous puissions nulle part rencontrer cette stratification régulière. Aussi me bornerai-je, dans un schéma définitif (fig. 5), à in-

[1] Dans un autre paragraphe je montrerai que les déplacements de la ligne isotherme 0° sont la cause des variations de longueur des glaciers.

cliner jusque près de l'horizontale les lignes de séparation des plans isothermes dans l'intérieur du glacier.

Telle doit être la distribution de la température interne du glacier. Il serait fort intéressant de voir ces déductions

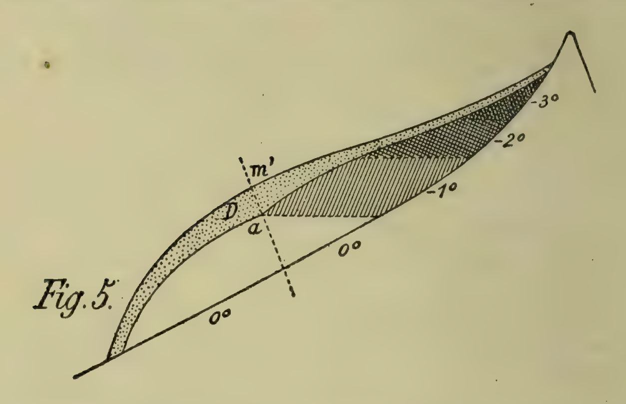


Fig. 5.

théoriques vérifiées par l'expérience; si elles sont vraies, il serait fort important d'obtenir par l'observation les valeurs numériques qui se rapportent à cette distribution. Il y aurait lieu en particulier de déterminer l'épaisseur de la couche à température variable dans les régions inférieures, moyennes et supérieures du glacier, la position de la ligne isotherme 0°, la température des différentes couches profondes de la région supérieure du glacier, etc.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

CHIMIE

H. Goldschmidt. Action de l'hydroxylamine sur les dikétones. (*Berichte*, XVI, p. 2177. Zurich.)

L'auteur a déjà publié (*Archives*, XI, p. 531) qu'il avait obtenu une diphénylglyoxime fusible vers 237°, par l'action de l'hdroxylamine sur le benzil ; il a maintenant réussi à isoler une β diphénylglyoxime fusible vers 206° bien soluble dans l'alcool, qui se forme lorsque l'on chauffe à 170° du benzil avec la quantité nécessaire de chlorhydrate d'hydroxylamine, de l'alcool et une petite quantité d'acide chlorhydrique. L'α diphénylglyoxime chauffée à 180° avec de l'alcool se transforme en son isomère β.

La phénanthrénequinone par l'action de l'hydroxylamine se transforme d'abord en

$$\begin{array}{l} C_6H_4 - C = N - OH \\ \;|\qquad\quad\;\; | \\ C_6H_4 - CO \end{array}$$

fusible à 158°, soluble en vert dans la soude, et en rouge dans l'acide sulfurique, puis probablement, en une glyoxime

$$\begin{array}{l} C_6H_4 - C = NOH \\ \;|\qquad\quad\;\; | \\ C_6H_4 - C = NOH \end{array}$$

mais celle-ci perd immédiatement une molécule d'eau et on ne peut isoler que son anhydride, aiguilles fusibles à 181° insolubles dans la soude.

L'anthraquinone réagit moins facilement que son isomère la phénanthrénequinone avec l'hydroxylamine, cependant à 180° on obtient le dérivé monoisonitrosé, soluble dans

l'acide sulfurique avec une couleur jaune intense, sublimant vers 200° sans fondre; le dérivé biisonitrosé n'a pas pu être obtenu.

A. Fürth. Acides isonitrosés. (*Berichte*, XVI, 2180. Zurich.)

Fürth a préparé l'acide α isonitrosovalérianique en partant de l'éther propylacétacétique; cet acide fond vers 144°, en se décomposant; réduit par l'étain et l'acide chlorhydrique on obtient un corps chloré fusible de 220°-224°, qui traité par l'oxyde d'argent se transforme en acide α amidovalérianique, écailles fusibles vers 240°, il se forme en même temps de la nitrosopropylacétone. Les aldéhydoacides aromatiques traités en solution sodique par le chlorhydrate d'hydroxylamine fournissent aussi des acides aldoximiques; ainsi les acides ortho et paraaldélydosalicyliques donnent l'acide ortho aldoximsalicylique

$$C_6H_3\begin{cases} COOH \\ OH \\ C\begin{matrix} /NOH \\ \backslash H \end{matrix} \end{cases}$$

aiguilles fusibles vers 193° et l'acide paraaldoximsalicylique qui cristallise avec une molécule d'eau et fond vers 179°.

C. Schramm. Dérivés organiques de l'hydroxylamine. (*Berichte*, XVI, p. 2183. Zurich.)

L'hydroxylamine agit sur la monobromacetophénone, il y a élimination d'acide bromhydrique suivant la réaction :

$$\begin{matrix} C_6H_5 \\ | \\ CO \\ | \\ CH_2Br + NH_3OHCl \end{matrix} + NH_3OHCl = HBr + 2HCl + H_2O + \begin{matrix} C_6H_5 \\ | \\ C = NOH \\ | \\ CH_2 - NHOH \end{matrix}$$

Cette nouvelle substance est peu soluble dans l'eau, mais bien dans l'alcool et l'éther; elle donne un sel d'argent.

L'hydroxylamine agit de même sur le chlorure de benzyl,

on obtient la dibenzylhydroxylamine $(C_6H_5CH_2)_2$ NHO fusible à 123°.

Schramm a en outre préparé de nouvelles glyoximes. (la glyoxime était appelée précédemment acide acétoximique). La méthylpropylglyoxime :

$$CH_3 - C(NOH) - C(NOH)\,CH_2 - CH_2 - CH_3$$

s'obtient par l'action du chlorhydrate d'hydroxylamine sur l'isonitrosopropylacétone, ce sont des aiguilles fusibles à 168°, et la phénylglyoxime $C_6H_5 - C(NOH) - CH = NOH$ par l'hydroxylamine et la dibromacétophénone, fusible vers 152° *t*

A. Calm. Action de l'aniline sur la résorcine et l'hydroquinone. (*Berichte*, XVI, p. 2786. Zurich.)

Les recherches de Merz et Weith ont montré que les phénols monohydroxylés se transformaient facilement en amines primaires et secondaires en présence d'une base et de chlorure de zinc ou de chlorure de calcium ; ces recherches ont été étendues aux phénols bihydroxylés, ainsi la résorcine et l'hydroquinone chauffées avec de l'aniline à 300° ou seulement à 250° en ajoutant du chlorure de calcium donnent respectivement de la méta ou de la paraoxydiphénylamine en quantité presque théorique et des phénylènediamines diphénylés si le second hydroxyle entre aussi en réaction, ce qui a lieu surtout si on emploie un mélange de chlorzyncaniline et de chlorcalcium aniline ; on a la réaction :

$$C_6H_4\begin{cases}OH\\OH\end{cases} + HN\begin{cases}C_6H_5\\H\end{cases} - C_6H_4\begin{cases}N\begin{cases}C_6H_5\\H\end{cases}\\OH\end{cases} + H_2O$$

et

$$C_6H_4\begin{cases}NHC_6H_5\\OH\end{cases} + HN\begin{cases}C_6H_5\\H\end{cases} = C_6H_4\begin{cases}N\begin{cases}C_6H_5\\H\end{cases}\\N\begin{cases}C_6H_5\\H\end{cases}\end{cases} + H_2O$$

Les dérivés primaires ont le caractère du phénol et des acides faibles et sont solubles dans les alcalis dilués et dans les acides, tandis que les dérivés secondaires se comportent comme des bases faibles ; réduits par la poussière de zinc, les oxydiphénylamines donnent de la diphénylamine et de l'aniline.

La *m* oxydiphénylamine forme de petites feuilles nacrées fusibles à 81°5.

La diphényl-*m*-phénylènediamine cristallise d'alcool chaud en aiguilles fusibles à 95°.

La *p* oxydiphénylamine, feuilles, fond à 70°.

La diphényl-*p*-phénylène diamine, feuilles brillantes, fond à 152°.

A. Calm, a préparé différents dérivés de ces corps.

M. Nencki. Préparation du glycocolle. (*Berichte*, XVI, p. 2827. Berne.)

L'auteur prépare le glycocolle en chauffant, en vase ouvert, de l'acide chloracétique avec 3 fois son poids de carbonate d'ammoniaque, la réaction a lieu vers 70°, on obtient un rendement de 20 °/₀ environ. Cette réaction paraît être générale et permet d'obtenir des acides amidés en partant des acides gras substitués.

C. Græbe. Acridine. (*Berichte*, XVI, p. 2828. Genève.)

De nouvelles analyses établissent que la formule de l'acridine est bien $C_{13}H_9N$ et que celle retirée du goudron de houille est identique avec l'acridine synthétique de Bernthsen et Bender. Le sulfite d'acridine est caractéristique, il est fortement coloré et presque insoluble.

L'octohydrure d'acridine $C_{13}H_{17}N$ s'obtient en chauffant à 220° de l'acridine ou un de ses sels avec du phosphore et de l'acide iodhydrique, cette base cristallise d'alcool sous forme de feuilles, fusibles à 84°.

W. Trzcinski. Condensation des aldéhydes aromatiques avec les phénols. (*Berichte*, XVI, p. 2835. Berne.)

En chauffant 5 parties de paroxybenzaldéhyde avec 12 parties de β naphtol et 50 parties d'acide sulfurique concentré, au bain-marie, on obtient après précipitation par l'eau, une substance que l'auteur appelle acide mélinointrisulfonique ayant la formule $C_{34}H_{17}O_3(SO_3H)_3$ soluble dans l'eau avec une couleur rose et une fluorescence verte, non fusible à 300° ; les sels alcalins sont incolores, mais en séchant ils se colorent en rouge. Ce même acide s'obtient encore mieux en chauffant de la benzaldéhyde et du β naphtol en quantité équivalente avec de l'acide sulfurique concentré à 200°-220°.

La réaction générale serait donc exprimée par la formule,

$$2C_7H_6O_2 + 2C_{10}H_8O + O = C_{34}H_{20}O_3 + 4H_2O$$

en laissant de côté les 3 groupes sulfoniques.

Il est probable qu'il y a d'abord addition de naphtol à l'aldéhyde :

$$\begin{matrix} C_6\,H_4(OH) \\ C_{10}H_6(OH) \end{matrix} > CH(OH)$$

puis 2 molécules se condensent en perdant une molécule d'eau.

$$\begin{matrix} C_6\,H_4(OH) \\ C_{10}H_6(OH) \end{matrix} > CH - C(OH) < \begin{matrix} C_6\,H_4(OH) \\ C_{10}H_6(OH) \end{matrix}$$

puis l'acide sulfurique oxyde ce corps ; on obtient :

$$C_{16}H_{12}O_2 = \overset{\diagup O \diagdown}{C - C} = C_{16}H_{12}O_2$$

et enfin l'acide enlève encore 2 molécules d'eau.

L'aldéhyde salycilique et le phénol donnent aussi un produit de condensation suivant la formule :

$$C_7H_6O_2 + 2C_6H_6O_2 + O_2 = C_{19}H_{14}O_4 + 2H_2O$$

c'est une oxyaurine déjà préparée par Liebermann.

G. Lunge. Oxydation des combinaisons soufrées dans la fabrication de la soude caustique. (*Chem. Ind.* 1883, p. 298. Zurich.)

L'oxydation du sulfure de sodium par le salpêtre peut avoir lieu suivant les trois réactions suivantes :

$$Na_2S + 4NaNO_3 = Na_2SO_4 + 4NaNO_2$$
$$5Na_2S + 8NaNO_3 + H_2O = 5Na_2SO_4 + 8NaOH + 8N$$
$$Na_2S + NaNO_3 + 2H_2O = Na_2SO_4 + NaOH + NH_3$$

il se forme en outre des sulfites et du thiosulfate dont le premier s'oxyde pendant la réaction et le second est redécomposé par la soude caustique :

$$3Na_2S_2O_3 + 6NaOH = 2NaS + 4Na_2SO_3 + 3H_2O$$

en sulfure et en sulfite qui sont de nouveau oxydés. Les nitrites qui se forment dans une phase de l'opération agissent suivant les formules :

$$Na_2S + NaNO_2 + 2H_2O = Na_2SO_4 + NaOH + NH_3$$
$$Na_2S + 2NaNO_2 + H_2O = Na_2SO_3 + 2NaOH + 2N.$$

toutes ces réactions sont facilitées par la présence du fer.

V. Meyer et M.-T. Lecco. Préparation de la phénylhydrazine. (*Berichte*, XVI, p. 2976. Zurich.)

On obtient directement la phénylhydrazine en ajoutant peu à peu à une dissolution froide de 10 gr. d'aniline dans 200 gr. d'acide chlorhydrique, 7 $^1/_2$ gr. de nitrite de soude dissous dans 50 gr. d'eau ; la réaction terminée, on ajoute une dissolution de 45 gr. de chlorure d'étain dans 45 gr. d'acide chlorhydrique concentré ; on a :

$$C_6H_5N = NCl + 3HCl + 2SnCl_2 = 2SnCl_4 + C_6H_5NH - NH_2$$

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS DE

JUIN 1884

Le 2, à 9 h. $^1/_2$ du soir quelques gouttes de pluie.
3, assez forte bise de 1 à 4 h. du soir.
4, assez fort vent à 4 h. du soir.
8, à 5 h. $^1/_4$ du soir tonnerres au N ; double arc-en-ciel à 6 h. 20 m. du soir; éclairs et tonnerres au S. à 6 h. 45 m. du soir.
10, tonnerres au S. à 11 h. 55 m. du matin.
11, assez forte bise dans la journée; quelques gouttes de pluie à 6 h. 55 m. du soir.
12, très forte bise jusqu'à 4 h. du soir.
13, rosée le matin; quelques gouttes de pluie à 4 h. 5 m. du soir; éclairs au NE et au N. de 8 à 9 h. 50 m. du soir.
14, faible rosée le matin; éclairs et tonnerres au SO. depuis 4 h. du soir; forte averse à 4 h. 20 m du soir. Dans la soirée éclairs au N. et à l'OSO.
15, assez forte bise à 7 h. du soir.
16, forte bise l'après-midi.
18, très faible rosée le matin; éclairs à l'E. à 10 h. du soir; forte bise l'après-midi.
19, assez forte bise dans la journée.
20, très faible rosée le matin.
29, assez forte bise à 10 h. du matin.
30, hâle à 10 du soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 1er à 8 h. matin	725,61	Le 3 à 3 h. soir	713,14
6 à minuit	727,11	8 à 5 h. soir	721,87
13 à 9 h. matin	730,06	15 à 4 h. matin	724,59
16 à 10 h. soir	727,23	18 à 5 h. soir	726,04
20 à 5 h. matin	729,63	23 à 3 h. soir	724,41
26 à 8 h. matin	730,98	29 à 4 h. soir	725,57

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Baromètre. Minim. observé au barogr.	Baromètre. Maxim. observé au barogr.	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation. Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation. Minim.	Fract. de saturation. Maxim.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nomb. d'h.	Vent dominant.	Nébulosité moyenne	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Écart avec la temp. normale	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	millim.	millim.	0	0	0	0					mm.				0	0	cm
1	724.34	— 1,95	723,20	725,61	+14.95	— 0,39	+11,2	+19,1	699	— 5	470	900	0,4	1	N. 1	0,43	+ ...	.....	126.0
2	718 70	— 7,63	713,46	723,31	+14,74	— 0,72	+11,9	+18,7	691	— 13	520	820	...	...	variable	0,80	...	.....	131,0
3	714 65	—11,73	713.14	716,42	+13,39	— 2,19	+10.1	+16,4	760	+ 56	620	920	0,2	1	N. 1	0,95	15,7	+ 1,8	132.5
4	722.48	— 3,94	717,26	726 26	+11,49	— 4,21	+ 8.8	+15,5	785	+ 81	620	850	2,9	6	SSO. 1	1,00	15,4	+ 1,3	130,6
5	726,18	— 0,28	725.48	727,10	+11,12	— 4,70	+ 6 0	+16.1	751	+ 47	490	950	...	...	S. 1	0,83	15,1	+ 0,9	131,5
6	726,33	— 0,17	725.92	727,11	+12,07	— 3.87	+ 7,5	+15,5	690	— 14	530	960	1.2	1	SSO. 1	0,88	10,9	— 3,4	132,7
7	724 03	— 2,51	722 33	726.21	+11.28	— 4,78	+ 8,5	+14,8	740	+ 36	630	850	8,6	6	S. 1	1 00	10,0	— 4.4	130,5
8	722.81	— 3,77	721,87	723,62	+ 9,31	— 6,86	+ 5.9	+14,7	798	+ 94	640	970	2,3	3	SSO. 1	0,80	...	.....	133,0
9	723,93	— 2,69	722,88	726.03	+10,72	— 5,56	+ 5,2	+16,4	770	+ 66	520	1000	2,2	4	S. 1	0,93	8,7	— 5,9	135,1
10	726.74	+ 0,08	725.89	728.85	+ 9.39	— 7,00	+ 7,5	+13,6	876	+173	760	980	5,5	6	variable	1,00	8.6	— 6,2	138,2
11	728 90	+ 2,20	728.33	729,28	+12,34	— 4,16	+ 5 7	+18.6	776	+ 73	580	960	...	...	NNE. 1	0,53	10.7	— 4.2	138,5
12	729.17	+ 2,43	728.61	729,49	+14,16	— 2,45	+10.8	+17,7	754	+ 51	630	820	...	...	NNE. 2	0.45	12,3	— 2,7	140.7
13	729,04	+ 2,26	727 84	730.06	+15,67	— 1.04	+ 9,4	+20,3	720	+ 18	510	900	...	...	N. 1	0,67	13,5	— 1.6	138,0
14	726,84	+ 0,03	725 49	728,02	+17,73	+ 0,91	+13,2	+25,0	719	+ 17	500	870	8,7	1	variable	0,68	15,2	0,0	138 0
15	725.14	— 1,71	724,59	726,70	+16,37	— 0,55	+13,1	+20,2	804	+103	670	990	0.2	1	NNE. 1	1,00	...	.....	139,0
16	726 62	— 0,27	726,20	727,23	+13,86	— 3,16	+11,3	+17,0	651	— 49	420	980	...	...	N. 1	0,87	15,3	— 0,1	140.9
17	726,70	— 0,22	726 23	727,20	+12,24	— 4,87	+ 8,8	+16,4	629	— 71	420	850	...	...	NNE. 1	0.50	15,1	— 0.4	140,1
18	726 82	— 0,14	726,04	727,69	+12,06	— 5,15	+ 4,9	+17,5	629	— 70	390	930	...	...	N. 2	0 23	15,1	— 0,5	140,6
19	728,52	+ 1,53	727,88	729,42	+13,30	— 4,00	+ 7,4	+18,6	551	—148	340	830	...	...	NNE. 1	0,03	15,2	— 0,5	140,2
20	728,67	+ 1,64	727,86	729,63	+13 56	— 3,83	+ 6,2	+20,1	619	— 79	350	880	...	...	N. 1	0.38	15,5	— 0,3	139,3
21	727.92	+ 0.86	726,81	728,51	+15,30	— 2,18	+ 8,7	+19,9	551	—146	390	770	...	...	NNE. 1	0,05	15,5	— 0,4	139,0
22	727.12	+ 0,03	726,03	728,16	+14,24	— 3,33	+ 6,8	+19,6	634	— 62	490	900	...	...	N. 1	0,58	...	.....	137,0
23	725.38	— 1,74	724,41	726,57	+14,77	— 2,88	+11,1	+19,8	726	+ 30	500	950	0,3	2	N. 1	0,93	16,4	+ 0,3	137,0
24	725.18	— 1,98	724.61	726,28	+15,82	— 1,91	+11,3	+18,6	700	+ 5	560	900	...	...	N. 1	0,88	16.6	+ 0,3	138 5
25	728,24	+ 1.05	726,57	729,70	+17.33	— 0,48	+10,4	+23,1	679	— 15	490	930	...	...	N. 1	0,55	16,9	+ 0,5	137,2
26	729.76	+ 2,54	729 06	730,98	+19,06	+ 1,18	+11,3	+25,0	624	— 69	380	900	...	...	variable	0.18	17,3	+ 0,8	137.9
27	729,42	+ 2.17	728 08	730,18	+20.17	+ 2,21	+12,5	+26,6	641	— 51	400	870	...	...	NNE. 1	0,08	18,2	+ 1.7	136,5
28	729,08	+ 1.80	727.61	730.59	+20,89	+ 2,86	+14.1	+26.8	657	— 34	460	870	...	...	N. 1	0,58	18,6	+ 2,0	137,5
29	726,40	— 0.90	725.57	727,25	+19.94	+ 1,85	+16.0	+24.5	569	—122	430	730	...	...	N. 1	0,23	...	.....	140.0
30	728.00	+ 0,67	726.77	729,70	+18.86	+ 0,70	+12,0	+24,7	570	—120	350	820	...	...	NNE. 1	0.17	19,6	+ 2,8	140,5

MOYENNES DU MOIS DE JUIN 1884.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
Baromètre.								
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	723,01	722,90	723,27	723,42	723,02	722,52	722,63	723,38
2e »	727,91	727,79	727,99	727,80	727,40	727,07	727,32	727,84
3e »	727,73	727,67	728,17	728,10	727,38	727,04	727,15	727,96
Mois	726 55	726,12	726,48	726,44	725,93	725,54	725,37	726,40
Température.								
	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+ 9,98	+ 9,07	+10,84	+13,13	+14,60	+14,48	+12,24	+10,42
2e »	+11,21	+ 9,72	+12,91	+15,33	+17,62	+17,43	+15,50	+13,31
3e »	+14,32	+12,23	+16,07	+18,47	+20,96	+21,85	+19,96	+17,25
Mois	+11,84	+10,34	+13,28	+15,64	+17,73	+17,92	+15,90	+13,66
Fraction de saturation en millièmes.								
1re décade	830	894	837	695	631	624	734	803
2e »	830	868	759	645	527	523	623	706
3e »	770	864	740	580	478	457	543	649
Mois	810	875	779	640	545	535	633	719

	Therm. min.	Therm. max.	Température du Rhône.	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0	0		mm	cm
1re décade	+ 8,26	+ 16,08	+ 12,06	0,86	23,3	132,11
2e »	+ 9,08	+ 19,14	+ 14,21	0,53	8,9	139,53
3e »	+ 11,42	+ 22,86	+ 17,39	0,42	0,3	138,11
Mois	+ 9,59	+ 19,36	+ 14,64	0,61	32,5	136,58

Dans ce mois l'air a été calme 1,1 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 3,29 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 11°,2 E. et son intensité est égale à 49,6 sur 100.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE JUIN 1884.

Le 1er, brouillard de 7 à 10 h. du matin; neige à 1 h. du soir.
2, fort vent l'après-midi; neige depuis 7 h. du soir.
3, neige à 7 h. du matin et l'après-midi; brouillard à 10 h. du matin; forte bise l'après-midi.
4, forte bise tout le jour; neige à 1 h. du soir; brouillard presque toute la journée.
5, forte bise jusqn'à 10 h. du matin; brouillard à 4 h. du soir.
6, légère neige à 4 h. du soir, brouillard à 7 h. du soir.
7, neige et brouillard dans la journée.
8, brouillard à 7 h. du matin et l'après-midi; forte bise depuis 10 h. du matin.
9, forte bise le matin et à 10 h. du soir; brouillard presque tout le jour.
10, brouillard presque tout le jour; neige à 10 h. du soir; assez forte bise l'après-midi.
11, brouillard presque tout le jour; neige à 4 h. du soir.
13, brouillard le matin.
15, brouillard le matin et à 4 h. du soir.
16, brouillard presque tout le jour; légère neige à 7 h. du soir; forte bise l'après-midi.
17, forte bise tout le jour; brouillard depuis 4 h. du soir.
19, forte bise toute la journée.
20, id.
21, id.
22, id. ; brouillard depuis 1 h. du soir.
23, brouillard jusqu'à 1 h. du soir et à 10 h. du soir.
24, brouillard jusqu'à 1 h du soir; neige à 7 h. du soir; elle n'a pas pu être mesurée.
25, brouillard à 10 h. du soir.
26, brouillard l'après-midi.
28, forte bise depuis 4 h. du soir.
29, forte bise tout le jour; brouillard depuis 7 h. du soir.
30, forte bise jusqu'à 4 h. du soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
Le 1er à 8 h. soir	562,85	Le 3 à 6 h. soir	554,15
7 à minuit	563,22	8 à 4 h. matin	558,46
13 à 7 h. soir	568,91	17 à 5 h. matin	561,97
21 à 10 h. soir	566,22	23 à 6 h. matin	563,09
27 à 11 h. soir	571,40	29 à 10 h. matin	566,21

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum. observé au barographe	Baromètre. Maximum. observé au barographe	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la température normale.	Température C. Minimum absolu.	Température C. Maximum des 6 observat.	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures.	Vent dominant.	Nébulosité moyenne.
	millim.	millim.	millim.	millim.	o	o	o	o	millim.	millim			
1	562.58	— 3,10	562,14	562,85	— 1,00	— 3.67	— 1,8	+ 1,1	.....	1.9	....	NE. 1	0,63
2	560,17	— 5.60	557,28	562.27	+ 0.53	— 2,26	— 1.6	+ 4.2	70	11,6	....	SO. 2	0,77
3	555.19	—10,67	554.15	557.02	— 0,57	— 3,47	— 2,5	+ 1,9	470	54,3	....	variable	1,00
4	559.00	— 6,94	554,97	561,64	— 1,57	— 4,58	— 3,4	+ 2.4	40	12.5	....	NE. 2	1,00
5	562.04	— 3,98	561,18	562.77	— 0,77	— 3,89	— 4,6	+ 3.9	.....	.....	....	NE. 1	0,72
6	562,60	— 3,51	561,98	562,83	— 1,67	— 4,90	— 6,5	+ 4,2	.....	.....	....	NE. 1	0,75
7	561,71	— 4,48	559,62	563,22	— 1.55	— 4,89	— 3,0	+ 0,9	290	22,0	....	SO. 1	0,93
8	559,02	— 7,25	558,46	559,47	— 4.65	— 8,10	— 6,0	— 1.8	.....	.....	....	NE. 2	0,95
9	560.05	— 6.30	558,97	561,45	— 4,20	— 7,75	— 6,5	— 1,3	.....	.....	....	NE. 2	0,92
10	562,02	— 4.41	561,16	563,46	— 3,22	— 6,87	— 5,8	— 2,2	90	7.8	....	NE. 2	0,93
11	565,14	— 1,37	563,69	566,11	— 1,67	— 5,42	— 5,0	+ 2,2	20	2,5	....	NE. 1	0,95
12	566.92	+ 0,33	565,54	568,31	+ 2.90	— 0,95	— 3,4	+ 8,9	.....	2,2	....	NE. 1	0,52
13	568,54	+ 1,87	568,00	568,91	+ 1,76	— 2,19	+ 1,2	+ 3,6	.....	3,4	....	SO. 1	0,77
14	566.66	— 0,09	565,52	568,52	+ 4,85	+ 0.81	+ 0.5	+ 9,4	.....	1,7	....	variable	0,62
15	564,47	— 2,35	564,11	565,29	+ 2,20	— 1,93	+ 1,5	+ 4,5	.....	5,3	....	NE. 1	1,00
16	563,02	— 3.88	562,44	564,34	— 2,72	— 6,94	— 3 8	— 0.8	.....	1,0	....	NE. 2	1,00
17	562,60	— 4,37	561,97	563,24	— 4,55	— 8,86	— 6,0	— 2,6	.....	.....	....	NE. 2	0,82
18	563,09	— 3,95	562.59	563,95	— 2,74	— 7,14	— 6,6	+ 0,6	.....	.....	....	NE. 1	0,33
19	564,72	— 2.39	563,50	565,82	— 1,77	— 6,26	— 3,2	+ 1.5	.....	.....	....	NE. 2	0,30
20	565,46	— 1,72	565,17	565,92	— 1,27	— 5,85	— 4.2	+ 2,2	.....	.....	....	NE. 2	0,48
21	565,25	— 2.00	564,36	566,22	+ 0,23	— 4,43	0,0	+ 3,5	.....	.....	....	NE. 2	0,67
22	564,80	— 2,52	564,38	565,98	+ 0,68	— 4,06	— 0,8	+ 3,7	.....	.....	....	NE. 2	0,73
23	563,60	— 3.79	563,09	564,49	— 0,40	— 5,22	— 0,5	+ 1,2	.....	.....	....	NE 1	0,85
24	563,90	— 3,55	563,18	565,54	+ 0,05	— 4,85	— 0.6	+ 1,1	.....	4,9	....	NE. 1	0,97
25	567,55	+ 0,04	565,67	569,57	+ 2.93	— 2,05	0,0	+ 6.3	.....	.....	....	NE. 1	0,70
26	570,04	+ 2,47	569,45	570,68	+ 5,51	+ 0,46	+ 1,5	+ 8,8	.....	.....	....	NE. 1	0,77
27	570.55	+ 2,92	569.98	571,40	+ 7,70	+ 2,58	+ 2,2	+11,1	.....	.....	....	NE. 1	0,50
28	570.52	+ 2,83	569,25	571,36	+ 7,55	+ 2,36	+ 5.3	+10,6	.....	.....	....	NE. 1	0,50
29	566,81	— 0,94	566,21	568,97	+ 5,30	+ 0.04	+ 3,6	+ 8,5	.....	.....	....	NE. 2	0,73
30	567,93	+ 0,12	566,29	570.10	+ 4,93	— 0.40	+ 1,5	+ 8,1	.....	.....	....	NE. 2	0,33

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A MARTIGNY

pendant le

MOIS DE JUIN 1884

Le 3, neige jusqu'à l'altitude approximative de 1800 mètres.
4, assez fort vent du NNO. dans la journée.
5, id.
6, id.
7, brouillard à 7 h. du soir.
8, assez fort vent du NNO. dans la journée.
10, brouillard à mi-hauteur de 9 à 11 h. du matin.
15, brouillard l'après-midi.
16, brouillard à 7 h. du matin.
21, assez fort vent du NNO. dans la journée.
22, assez fort vent du ONO. l'après-midi.
23, brouillard à mi-hauteur dans la matinée.
30, assez fort vent du NNO. de 10 h. du matin à 4 h. du soir.

M. le prévôt Deléglise a été empêché pendant quelques jours de faire les observations météorologiques, et n'a pas pu être remplacé. La réduction des observations à la moyenne diurne a été obtenue en appliquant les corrections de la moyenne des 6 observations semblables pour Genève, calculées d'après les « Nouvelles études sur le climat de Genève, » par E. Plantamour

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM	mm	MINIMUM	mm
		Le 3 à 7 h. soir	708,04
Le 5 à 10 h. soir	720,02	7 à 7 h. soir	715,51
?		15 à 1 h. soir	717,81
20 à 7 h. matin	722,82	?	
?		29 à 4 h. soir	718,24

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum des 6 observat.	Baromètre. Maximum des 6 observat.	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la température normale.	Température C. Minimum absolu.	Température C. Maximum des 6 observat.	Fraction de saturation en millièmes. Moy des 24 h.	Fraction de saturation en millièmes. Écart avec la fraction normale.	Fraction de saturation en millièmes. Minim.	Fraction de saturation en millièmes. Maxim.	Pluie ou neige. Eau tombée d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nomb. d'h.	Vent dominant.	Nébulosité moyenne.
	millim.	millim.	millim.	millim.	0	0	0	0					mm.			
1	717,56	....	716,69	718,54	+13,96	....	+10,3	+18,6	647	.....	380	710	....	...	NNO. 1	0,62
2	711,80	....	708,59	716,01	+14,99	....	+ 6,6	+19,0	585	.....	420	700	....	...	variab'e	0,58
3	708,90	....	708,04	709,67	+10,74	....	+ 8,8	+14,9	820	.....	610	910	11,9	...	NNO. 1	0,97
4	716,17	....	713,88	718,51	+11,18	....	+ 9,1	+15,2	782	.....	620	930	12,9	...	NNO. 1	0,82
5	719,06	....	718,45	720,02	+10,63	....	+ 8,9	+14,6	717	.....	560	750	....	...	NNO. 2	0,53
6	719,10	....	718,44	719,89	+11,24	....	+ 7,1	+15,5	667	.....	520	780	....	...	NNO. 1	0,53
7	716,67	....	715,51	718,40	+10,51	....	+ 8,0	+13,8	808	.....	610	870	1,2	...	NNO. 1	0,95
8	715,96	....	715,57	716,25	+10,43	....	+ 7,1	+14,2	732	.....	620	800	2,9	...	NNO. 1	0,52
9	717,01	....	715,80	718,57	+10,56	....	+ 5,8	+17,3	717	.....	470	790	....	...	NNO. 1	0,82
10	719,80	....	718,75	721,13	+ 9,43	....	+ 6,6	+13,3	735	.....	560	780	0,3	...	ONO. 1	0,90
11	?	....	?	?	+14,04	....	+ 6,9	+20,9	?	.....	?	?	....	...	?	?
12	?	....	?	?	+15,18	....	+ 9,3	+21,4	?	.....	?	?	....	...	?	?
13	?	....	?	?	+15,74	....	+11,7	+21,4	?	.....	?	?	....	...	NNO. 1	?
14	719,71	....	718,39	721,80	+17,79	....	+ 9,8	+24,3	692	.....	530	770	....	...	NNO. 1	0,60
15	718,22	....	717,81	718,90	+14,94	....	+14,0	+17,9	808	.....	690	830	2,4	...	ONO. 1	0,93
16	719,38	....	718,82	720,40	+12,63	....	+11,2	+16,5	688	.....	560	710	....	...	NNO. 1	0,78
17	719,48	....	718,76	720,01	+12,58	....	+ 9,2	+17,4	658	.....	530	710	....	...	NNO. 1	0,53
18	719,52	....	718,59	720,68	+13,46	....	+ 4,9	+19,2	562	.....	390	750	....	...	NNO. 1	0,37
19	721,54	....	720,83	722,25	+13,44	....	+ 5,7	+20,3	588	.....	420	790	....	...	NNO. 1	0,23
20	721,25	....	720,34	722,82	+14,98	....	+ 6,0	+20,8	575	.....	350	760	....	...	NNO. 1	0,38
21	720,79	....	719,94	721,42	+15,89	....	+10,0	+20,8	560	.....	440	580	....	...	NNO. 1	0,70
22	719,81	....	718,81	721,02	+15,29	....	+ 8,0	+21,0	622	.....	510	740	....	...	variable	0,65
23	717,94	....	717,18	718,72	+15,51	....	+12,0	+20,6	668	.....	510	760	0,6	...	variable	0,83
24	?	......	?	?	?	....	+12,8	?	?	.....	?	?	....	...	?	?
25	?	....	?	?	?	....	?	?	?	.....	?	?	....	...	?	?
26	?	....	?	?	?	....	?	?	?	.....	?	?	....	...	?	?
27	?	....	?	?	?	....	?	?	?	.....	?	?	....	...	ONO. 1	?
28	722,00	....	720,90	723,94	+22,51	....	+14,8	+27,8	565	.....	270	780	....	...	variable	0,58
29	718,87	....	718,24	719,43	+21,23	....	+16,0	+26,2	538	.....	370	680	....	...	NNO. 1	0,45
30	721,23	....	720,53	722,57	+20,74	....	+15,3	+26,3	500	.....	350	640	....	...	NNO. 1	0,15

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — JUIN 1884.

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade...	560,37	560,09	560,32	560,49	560,55	560,47	560,59	560,63
2e » ...	564,98	564,52	564,69	565,03	565,18	565,24	565,39	565,47
3e » ...	567,16	566,66	566,59	566,87	567,10	567,17	567,44	567,77
Mois	564,17	563,76	563,87	564,13	564,28	564,30	564,47	564,62

Température.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	0	0	0	0	0	0
1re décade...	— 2,97	+ 0,73	+ 1,34	— 0,74	— 2,50	— 3,05
2e » ...	— 1,61	+ 1,47	+ 2,71	+ 1,68	— 0,59	— 1,45
3e » ...	+ 1,55	+ 5,07	+ 6,18	+ 5,15	+ 3,92	+ 2,83
Mois	— 1,01	+ 2,42	+ 3,41	+ 2,03	+ 0,28	— 0,56

	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade...	— 4,17	+ 1,33	0,86	110,1	960
2e » ...	— 2,90	+ 2,95	0,68	16,1	20
3e » ...	+ 1,22	+ 6,29	0,67	4,9	—
Mois	— 1,95	+ 3,52	0,74	131,1	980

Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SO a été celui de 7,03 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 110,6 sur 100.

MOYENNES DE MARTIGNY. — JUIN 1884.

Baromètre.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade...	716,56	716,34	715,87	715,57	715,95	716,54
2e » ...	?	?	?	?	?	?
3e » ...	?	?	?	?	?	?
Mois......	?	?	?	?	?	?

Température.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	0	0	0	0	0	0
1re décade..	+10,25	+13,39	+15,17	+14,56	+12,46	+10,41
2e » ..	+11,05	+16,22	+19,33	+18,99	+15,62	+13,70
3e » ..	?	?	?	?	?	?
Mois.....	?	?	?	?	?	?

Fraction de saturation en millièmes.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
1re décade........	772	665	599	588	661	740
2e »	?	?	?	?	?	?
3e »	?	?	?	?	?	?
Mois...........	?	?	?	?	?	?

	Min.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.
	0	0		mm
1re décade........	+ 7,83	+15,64	0,72	29,2
2e »	+ 8,87	+20,01	?	2,4
3e »	?	?	?	0,6
Mois...........	?	?	?	32,2

HÉRÉDITÉ

DE LA

COULEUR DES YEUX DANS L'ESPÈCE HUMAINE

PAR

M. Alph. DE CANDOLLE

A l'occasion d'une seconde édition, actuellement sous presse, de mon *Histoire des Sciences et des Savants* [1], je me suis appliqué à des recherches, d'un genre nouveau, sur l'hérédité des caractères distinctifs dans l'espèce humaine. Quand on les groupe en caractères physiques, moraux ou intellectuels, ils se comportent de la même manière, mais tel caractère en particulier peut se transmettre plus qu'un autre tantôt par les pères et tantôt par les mères. La difficulté dans ce genre d'études est de fixer le point auquel un caractère est assez prononcé pour distinguer véritablement un individu. La plupart offrent plus d'états moyens que d'extrêmes et, en outre, il y a des caractères bien difficiles à constater.

Afin d'éviter ces deux inconvénients, j'ai cherché un caractère très visible et offrant peu de transitions, pour

[1] Un volume in-8°. Chez Georg et Ce, libraires à Genève et Bâle.

en faire l'objet d'une étude spéciale. La couleur des yeux réunit suffisamment ces conditions. Elle ne peut être masquée par aucun artifice; elle varie moins suivant l'âge que la couleur des cheveux et on n'est pas indiscret en la constatant, enfin, les couleurs intermédiaires ou douteuses de l'iris sont notablement plus rares que les teintes brunes ou bleues. La preuve de la rareté des intermédiaires est que, dans le public, on distingue seulement des yeux noirs, qu'il faudrait appeler bruns, et des yeux bleus, qui sont bleus, gris bleus ou gris quand on examine de plus près. Quelques yeux bruns sont jaunâtres, verdâtres ou présentent des reflets bleus singuliers, mais en général, on reconnaît, sans trop de peine, les deux catégories. Il est donc intéressant de savoir comment elles se transmettent d'une génération à l'autre, surtout lorsque le père et la mère ont des couleurs de yeux différentes.

L'ancienne méthode, qui consiste à citer des exemples isolés, ne peut plus contenter. J'ai préféré des documents statistiques, fondés sur des centaines ou des milliers de cas assez exacts et dégagés de théories pour qu'il fût possible d'en tirer des moyennes ou des proportions numériques.

Dans ce but, j'ai d'abord observé les yeux de personnes de ma connaissance dont je pouvais aussi voir les deux parents. Ensuite je me suis adressé, soit à Genève, soit ailleurs, à des personnes ayant le goût de l'observation, surtout à des médecins et des directeurs d'écoles, qui peuvent voir de près des sujets différents. Je leur ai fait trois recommandations :

L'une, d'omettre les individus à couleur douteuse, et ceux dont les parents présentent aussi des doutes.

L'autre, ne pas tenir compte des enfants au-dessous d'une dizaine d'années. On sait que l'iris des yeux, toujours pâle chez les enfants nouveau-nés, se colore plus ou moins vite et plus ou moins fortement dans les années qui suivent. Quant à l'âge auquel on peut estimer que la coloration est définitive, les médecins que j'ai consultés m'ont répondu diversement. Ils ont hésité entre cinq et huit ans. La commission spéciale qui a posé les questions de l'enquête faite en Suisse sur la couleur des cheveux, du teint et des yeux des enfants des écoles publiques avait imposé la distinction des enfants au-dessous et au-dessus de onze ans. J'ai pensé qu'il serait utile de me rapprocher de cette limite en excluant les enfants de moins de dix ans. A cet âge, la couleur des yeux est fixée, du moins pour la distinction des yeux bruns ou autres, tandis que celle des cheveux ne l'est pas. J'aurais pu descendre à la limite de huit ans, par exemple, mais cela m'aurait privé de certaines comparaisons avec les résultats de l'enquête suisse exposés d'une manière si lumineuse par M. le professeur Kollmann [1].

Ma troisième recommandation a été de ne pas s'attacher à la distinction, trop difficile, des yeux gris, gris bleus ou bleus et de les comprendre tous dans une seule catégorie. Je donnerai plus loin des motifs à l'appui, tout en reconnaissant que les faits communiqués par quelques-uns de mes correspondants et ceux que j'ai vus moi-même sur l'hérédité ou sur l'origine des yeux gris ne sont pas sans intérêt.

Voici les personnes qui ont bien voulu me fournir des

[1] Die statistischen Erhebungen über die Farbe der Augen, der Haare und der Haut in den Schulen der Schweiz, in-4°, 1881, dans les *Mémoires de la Société suisse des sciences naturelles*, vol. 28.

documents. Je leur dois une grande reconnaissance, ou plutôt je les regarde comme des collaborateurs, dont les noms figureraient en tête de cet article s'ils n'étaient trop nombreux.

Des renseignements étendus, comprenant de 50 à plusieurs centaines d'observations, ont été recueillis:

A Genève, par M. le Dr Pierre Dunant; M. le Dr Haltenhoff, médecin oculiste; sa nièce, Mlle Kœkert et M. le Dr Adolphe Pasteur.

A Liège, par M. le Dr Jorissenne.

A Berlin, par M. le Dr Wittmack; le Dr Schumann; le Dr H. Becker; le Dr E. Wunschmann et le professeur Schirmer.

A Stockholm, par M. le professeur Wittrock, directeur du musée d'histoire naturelle.

D'autres informations, moins nombreuses, mais tout aussi dignes de confiance m'ont été données par MM. Ernest Dunant, Alexis Lombard, Marc-Monnier, E. Montchal, Suès, L. Thomas et Lacroix, tous de Genève; par MM. A. Herzen et F.-A. Forel, professeurs à Lausanne, et W. Barbey, du canton de Vaud; par M. Kollmann, professeur à Bâle et M. Buser, d'Argovie; enfin, par MM. Edmond Gœze, de Greifswald, Eichler, professeur, Kurtz et Urban, docteurs, de Berlin. Ce dernier a bien voulu me servir d'intermédiaire pour obtenir les documents si nombreux de la métropole allemande[1].

[1] M. le Dr Kotelmann, médecin oculiste, de Hambourg, a eu la bonté de me communiquer les opuscules intéressants qu'il a publiés dans le journal de clinique de Berlin et dans celui d'ethnologie, sur les yeux de Lapons, Nubiens, Kalmucks, etc. Ses observations mentionnent quelquefois des faits d'hérédité, mais je ne les ai pas introduits dans mes documents, vu que des races aussi différentes des nôtres auraient plutôt diminué la clarté et la valeur des résultats que j'espérais obtenir.

Ces observations concernent des populations presque toutes urbaines, de races très mélangées. A Genève et dans le canton de Vaud l'ancien fond celtique et burgonde s'est augmenté surtout d'Allemands, de Suisses allemands et de Slaves. Les individus observés à Liège, ne sont pas tous Wallons, et en Prusse, comme à Stockholm, les familles observées n'étaient pas uniquement allemandes ou suédoises. Il y avait aussi des Israélites et des Russes. La race blonde prédomine dans le nord de l'Allemagne et en Suède, mais dans la Suisse occidentale elle n'est guère plus nombreuse que la race brune, comme on peut le voir par les tableaux et les cartes de M. Kollmann.

Je n'ai pas à m'occuper des causes de la couleur des yeux. Les anatomistes et les physiciens traitent cette question dans leurs ouvrages, mais pour les naturalistes l'essentiel est de savoir si la couleur est héréditaire et comment elle se transmet quand les parents ont des yeux de couleur ou semblable ou différente. Ce sont là des questions d'histoire naturelle, qui importent à la notion d'hérédité et aux distinctions des races ou sous-races dans l'espèce humaine.

Proportion des yeux bruns suivant le sexe.

Avant d'entrer dans des détails concernant l'hérédité, il est bon de noter un fait qui n'a probablement pas été remarqué, c'est que les femmes ont plus souvent que les hommes les yeux de couleur brune. Cette différence est singulière si le pigment de l'iris est bien de la même nature que celui de la peau, car les femmes paraissent avoir le teint plus clair que les hommes quand elles sont

exposées semblablement à la lumière[1]. On devait présumer, d'après cela, qu'elles auraient moins de yeux bruns.

Je me suis aperçu du contraire en prenant la proportion des yeux bruns chez 1,552 maris ou fils et 1,418 femmes ou filles, de divers pays, dont je me suis occupé pour la question de l'hérédité. Les hommes ont présenté 45,1 °/₀ de yeux bruns et les femmes 49,1.

Frappé de cette différence, basée sur des chiffres déjà assez élevés, j'ai cherché d'autres sources d'information. M. le Dʳ Guillaume a publié[2] les résultats d'une enquête qu'il avait faite sur la couleur des yeux et des cheveux des enfants de tout âge, dans les écoles du district de Neuchâtel, en distinguant le sexe. D'après ses chiffres, 544 garçons avaient 36,5 °/₀ de yeux bruns et 661 filles 38,2.

Pour les yeux gris, la différence était plus grande et en sens contraire : garçons 44, filles 35 °/₀. Quant aux yeux bleus ou gris bleus, les garçons en avaient 19 °/₀ et les filles 26. Ces derniers détails ont moins de valeur, attendu que les yeux qui ne sont pas bruns changent quelquefois entre six et dix ans et que les écoles dont il s'agit avaient de ces jeunes enfants.

La grande enquête faite en Suisse sur 400,000 enfants des écoles ne prescrivait ni des bulletins nominatifs ni la mention du sexe ; par conséquent M. Kollmann n'a pas pu traiter de la diversité selon le sexe dans son important résumé. Comme les deux sexes, en Suisse, sont réunis, dans les écoles de villages, j'ai eu l'idée de consulter les chiffres concernant les écoles de Lausanne, Genève et

[1] Une comparaison exacte est difficile, parce que les femmes, dans toutes les conditions, cherchent à se garer des ardeurs du soleil.

[2] *Bulletin de la Société des sc. nat. de Neuchâtel*, 9 mars 1876.

trois communes voisines (Plainpalais, Eaux-Vives et Carouge) qui ont des écoles distinctes de garçons et de filles. M. le Directeur du bureau fédéral de statistique a bien voulu me communiquer les pièces officielles relatives à ces écoles et j'en ai extrait les chiffres pour les enfants de plus de onze ans. Il s'est trouvé 1,522 garçons et 1,041 filles, qui avaient, les garçons 39,2 et les filles 41,3 % de yeux bruns. Ainsi, dans ces trois documents, qui roulent chacun sur mille à trois mille enfants, le sexe féminin a toujours une proportion plus forte de yeux bruns.

En réunissant les chiffres de mes documents et ceux des écoles : 3,618 individus masculins ont 41,6 % de yeux bruns, et 3,120 féminins 44,2. La différence 2,6 est légère, mais elle est contraire à ce qu'on aurait attendu.

Est-elle de naisssance ou vient-elle d'une mortalité différente en bas âge des types blond et brun ? c'est ce qu'on ne peut pas savoir dans l'état actuel des connaissances.

Hérédité chez les individus dont le père et la mère avaient des yeux de même couleur (Concolores).

L'ensemble de mes documents sur la Suisse, l'Allemagne du Nord, Liège et Stockholm[1], comprend 221 individus dont les deux parents avaient les yeux *bruns*. Tous, à l'exception de 44, ont également les yeux bruns. Ainsi la conformité avec les parents s'est montrée chez 177 individus, soit 80 %, et l'exception chez 20 %.

[1] Les informations que j'avais demandées à M. Wittrock, pour Stockholm, visaient seulement les individus de parents bicolores. C'est par hasard qu'il s'est trouvé une famille concolore.

Dans la Suisse romande, où les yeux bruns sont assez nombreux [1], les individus exceptionnels sont au nombre de 19,5 %, tandis que pour les pays de langue allemande, où les yeux bruns sont rares la proportion est plus forte, 23,4 %. Je ne cite pas les proportions de Liège, et Stockholm, vu le petit nombre des faits observés.

Pour l'ensemble des divers pays j'ai 357 individus dont les deux parents ont les yeux *bleus, gris bleus ou gris.* Sur ce nombre, 334 ont les yeux de leurs parents et 23 seulement, soit 6,4 %, ont des yeux bruns formant exception.

Dans cette catégorie les exceptions s'élèvent à 12 % dans la Suisse romande où les yeux bruns ne sont pas rares, tandis qu'elles ne dépassent pas 4 % dans les pays allemands où la grande majorité a des yeux bleus, gris bleus ou gris. J'en dirai tout à l'heure la raison.

On voit à quel degré il est rare que les enfants issus de pères et mères concolores aient une autre couleur que celle de leurs parents. Sur un total de 578 cas observés, il s'est trouvé 511 individus, soit 88,4 %, semblables aux parents, et seulement 67, soit 11,6 %, dissemblables.

Remarques sur l'atavisme.

L'intérêt de ces chiffres est dans l'appréciation qu'ils permettent de faire de l'atavisme.

Sans doute la diversité de couleur d'un enfant d'avec celle de ses deux parents peut venir d'une cause person-

[1] Dans le canton de Genève, d'après l'enquête résumée par M. Kollmann, il y a pour les enfants de plus de 11 ans des écoles publiques 38,0 de yeux bruns, mais la proportion est plus forte dans la population urbaine, comme nous l'avons dit tout à l'heure.

nelle inconnue, mais il est toujours plus probable qu'elle tient à l'influence d'un aïeul ou d'une aïeule, du côté paternel ou maternel, ce qui constitue un atavisme assez fréquent, ou d'un ascendant plus éloigné, qui est un atavisme beaucoup plus rare.

Je crois à l'atavisme plutôt qu'à des variations personnelles, parce que les cas d'exception à l'hérédité se sont présentés plus souvent dans la population de Genève, très mélangée de yeux bruns et autres, que dans celle d'Allemagne où les yeux bleus prédominent. Chez ces dernières, la ressemblance d'un enfant à des ascendants plus ou moins éloignés, ne fait que maintenir la couleur des pères et mères la plus commune dans le pays. Plus une couleur domine, plus les exceptions apparentes à l'hérédité au premier degré sont rares. Dans ce cas, l'atavisme existe peut-être, mais dissimulé par une fusion avec l'hérédité de parents à enfants qui conserve la couleur, au lieu de la changer.

Pour sept des individus de Genève chez lesquels la couleur est autre que celle des deux parents, j'ai pu remonter à la génération précédente. Il s'est trouvé que quatre d'entre eux avaient leur grand'mère paternelle et deux leur grand-père maternel de leur couleur. En outre, un avait le grand-père paternel et la grand'mère paternelle d'une couleur très voisine de la sienne (gris brun et gris vert, le sujet ayant les yeux bleus). Ainsi les seuls exemples dans lesquels j'ai pu remonter jusqu'à deux générations s'expliquent par l'atavisme venant d'un grand-père ou d'une grand'mère. Il est à présumer que les faits d'atavisme plus éloignés sont rares, et que plus on connaîtra exactement trois générations plus cela suffira pour expliquer les dissemblances d'avec des parents concolores.

Individus à parents bicolores.

Les faits deviennent plus intéressants lorsque l'un des parents a des yeux d'une couleur et l'autre d'une autre. Les enfants doivent nécessairement, dans ce cas, avoir les yeux du père ou de la mère, et il est curieux de voir quel est le résultat de cette lutte entre deux influences.

Je distinguerai le cas où les pères avaient les yeux bruns et ceux où ils avaient les yeux bleus, gris bleus ou gris, les femmes ayant les couleurs inverses. Il suffit de donner les chiffres des yeux bruns, puisque les autres en sont nécessairement le complément.

Individus nés de parents bicolores.

Couleur des yeux des parents.	Enfants observés	Dont à yeux bruns	%
I. Pères à yeux bruns :			
Suisse romande (Genève, Vaud) ...	187	105	56,1
Liège [1]	32	15	
Suisse allemande, Allemagne......	104	50	48,1
Stockholm........................	163	91	55,8
Totaux....	486	261	53,9
II. Mères à yeux bruns :			
Suisse romande (Genève, Vaud) ...	202	124	61,3
Liège........................	27	14	
Suisse allemande, Allemagne......	148	83	56,1
Stockholm........................	253	135	53,4
Totaux....	630	356	55,9
III. Les deux catégories ensemble :			
Suisse romande (Genève, Vaud) ...	389	229	56,3
Liège........................	59	29	
Suisse allemande, Allemagne......	252	133	52,8
Stockholm........................	416	226	54,3
Totaux....	1116	617	55,3
IV. Les deux catégories de parents sans distinction de pays :			
Totaux....	1116	617	55,3

[1] Les cas observés à Liège ne sont pas assez nombreux pour

On voit, d'après ce tableau, que d'une génération à l'autre la *proportion des yeux bruns augmente* et que, par conséquent, celle des yeux gris, gris bleus et bleus diminue. Les parents avaient 50 °/₀ de chaque couleur; les enfants, âgés de dix ans au moins, dont la couleur a été constatée, ont 55 °/₀ de yeux bruns.

L'augmentation des yeux bruns s'est montrée dans les différents groupes de population toutes les fois que le nombre des individus observés est au moins de 60 à 80, chiffre au-dessous duquel les proportions ne peuvent avoir aucune valeur.

L'augmentation est de 2 °/₀ plus forte quand les mères sont à yeux bruns plutôt que les pères, mais il faudrait des observations plus nombreuses pour affirmer une différence aussi légère.

Enfin, l'augmentation est plus forte dans la Suisse romande et plus faible dans les pays allemands, ce qui s'explique par l'effet de l'atavisme. Dans la Suisse romande il y a une forte proportion d'ancêtres à yeux bruns qui influent sur les enfants. Au contraire, à Berlin, où la majorité des individus des pays allemands a été observée, l'atavisme ramène surtout des yeux bleus ou gris, ce qui diminue l'augmentation des bruns.

Un accroissement de 5 °/₀ de yeux bruns à la suite de mariages bicolores serait important pour l'histoire des races blondes et brunes, si les unions bicolores sont fréquentes et si le phénomène observé n'est pas contrarié par d'autres causes.

La couleur des yeux, en effet, est un indice très signi-

qu'on en tire des proportions de quelque valeur. Ils sont utiles pour l'ensemble.

[1] Kollmann, *Statist. Enthebungen d. Schweiz*, p. 33.

ficatif des deux types bruns et blonds, mélangés dans des proportions si variées en Europe. L'enquête faite sur 188,000 enfants de plus de onze ans, dans les écoles de la Suisse a montré que les individus intermédiaires, à yeux gris ou bleus avec cheveux bruns ou noirs et à yeux bruns avec cheveux blonds, ne constituent ensemble que 34 $^0/_0$, soit le tiers des enfants. Pour les deux autres tiers il y a concordance entre l'intensité de la couleur des yeux et de celle des cheveux. Ce n'est donc pas une hypothèse hasardée de dire, d'après les faits concernant les yeux, que le type brun se propage plus que l'autre.

Il peut cependant y avoir des causes qui s'opposent à cet envahissement par le type brun dans une population plus ou moins mélangée.

Par exemple, la natalité ou la mortalité pourrait être défavorable à ce type, soit en général, soit dans tel ou tel pays, ce qui n'a jamais été examiné d'une manière précise[1]. En outre, les mariages bicolores peuvent être plus ou moins fréquents. Dans les pays où le mélange des types brun et blond est considérable, ils sont nombreux, comme on pouvait le prévoir. Ainsi pour la Suisse romande, où l'on a constaté presque moitié de yeux bruns, les unions se divisent, d'après mes notes, en 130 concolores et 175 bicolores[2]. Au contraire, dans le nord-est de l'Allemagne où les yeux bleus et gris dominent dans

[1] On connaît la mortalité très grande des enfants de familles blondes dans les pays chauds, mais les familles dont on parle sont ordinairement venues de pays froids et n'ont pas encore subi une sélection par l'effet du climat. Il faudrait comparer des familles blondes et brunes établies depuis longtemps dans un même pays.

[2] Ces chiffres concernent les parents des individus dont la couleur des yeux a été constatée, plus 110 unions, à moi connues, n'ayant pas d'enfants ou des enfants dont les yeux n'ont pas été examinés ou des enfants de moins de dix ans.

une forte proportion, les indications qu'on m'a transmises portent 98 unions concolores et 82 bicolores[1].

Il faut apprécier aussi la chance que les individus blonds ou bruns se marient. Elle augmente pour un type quand il est rare. Par exemple, dans le midi de l'Italie, on vante la beauté de femmes étrangères très blondes, qui ne seraient pas remarquées dans le Nord. La rareté attire l'attention. Elle plaît ordinairement aux personnes du sexe contraire et il en résulte plus d'unions bicolores. Par cette seule cause il n'est pas probable que le type blond puisse disparaître complètement d'une population,

Examinons de plus près le nombre de mariages bicolores et leurs conséquences.

Sur le nombre des unions concolores et bicolores et sur quelques-unes de leurs conséquences.

Nous savons que dans la Suisse romande les hommes ont 42 °/₀ de yeux bruns et 58 de yeux bleus ou gris; les femmes 44 °/₀ de yeux bruns et 56 de yeux bleus ou gris.

J'en profiterai pour chercher si, dans ce même pays, les époux dont la couleur des yeux a été notée présentent les mêmes proportions ou des proportions différentes.

Dans des unions concolores ou bicolores :	Ont épousé des personnes à yeux			
	Bruns	°/₀	Bleus ou gris	°/₀
158 hommes à yeux bruns.........	82	52	76	48
167 hommes à yeux bleus ou gris ...	99	59	68	41
176 femmes à yeux bruns..........	77	44	99	56
149 femmes à yeux bleus ou gris....	76	51	73	49
650[2]	334		316	

[1] Pour la Suède je n'avais demandé de renseignements que sur des unions bicolores.

[2] Compris les parents additionnels mentionnés dans la note précédente.

On remarque, à première vue, que les deux couleurs, chez ces individus mariés, sont en nombre assez rapproché (334 et 316) mais avec plus de yeux bruns que de bleus ou de gris, tandis que dans la population du pays il y a notablement (14 °/₀) plus de yeux bleus ou gris que de yeux bruns. Par conséquent les personnes à yeux bruns sont plus disposées que les autres à se marier ou bien ont été acceptées plus facilement quand elles ont fait une demande. Ceci résulte d'observations dans un pays où 42 à 43 °/₀ de la population a les yeux bruns. Il en serait autrement, je présume, si cette couleur formait une majorité considérable, car alors elle serait moins remarquée et appréciée.

Voyons si les 650 individus mariés ont eu des préférences, ou si leurs unions ont été à peu près ce que le hasard aurait produit, dans le cas où l'on aurait tiré les conjoints au sort.

Les 158 hommes à yeux bruns ont épousé 52 °/₀ de femmes de leur couleur et 48 à yeux gris ou bleus. Comme il existe 44 °/₀ de yeux bruns chez les femmes de la Suisse romande, il paraît qu'elles leur ont plu davantage. Les 167 hommes à yeux bleus ou gris ont épousé 59 °/₀ de femmes à yeux bruns; c'est beaucoup plus que la proportion chez les femmes du pays qui est de 44 °/₀.

Les 176 femmes à yeux bruns ont accepté de préférence des maris à yeux bleus ou gris.

Enfin, les 149 femmes à yeux bleus ou gris ont préféré des maris à yeux bruns.

Dans trois des catégories il existe une préférence pour les individus d'une couleur différente de la sienne.

Le résultat général est que les yeux bruns envahissent de plusieurs manières : par le nombre supérieur des personnes à yeux bruns qui se marient, par le nombre

considérable des unions bicolores et par la production plus fréquente de yeux bruns à la suite de ces unions.

La proportion des couleurs dans la population masculine et féminine de Berlin ne m'étant pas connue, je ne puis la comparer à celle des époux sur lesquels des renseignements m'ont été communiqués, et pour la Suède, je n'ai d'information que pour des unions bicolores. On trouverait probablement que, dans le nord-est de l'Allemagne, la rareté des yeux bruns[1] devient un titre de faveur auprès des personnes du type contraire. On peut même le présumer d'après le nombre élevé des unions bicolores (82, pour 98 concolores) dans une population où les $^{9}/_{10}$ au moins sont à yeux bleus ou gris.

L'attraction sexuelle se montrerait plus fortement si l'on pouvait retrancher les unions contractées uniquement par des raisons de famille ou de fortune.

Il est connu, en histoire naturelle, qu'un certain degré de diversité physique chez les parents est favorable à la santé chez les descendants. Darwin l'a prouvé pour les végétaux, dans ses expériences remarquables sur l'hybridité ; les éleveurs l'admettent pour les animaux et les médecins pour l'homme. On redoute les mariages consanguins, à cause de la probabilité que des défauts de famille ne soient accrus ou ne se transforment en d'autres défauts, comme la surdité, l'idiotisme, etc.

Les unions bicolores, qui correspondent à peu près à des unions de personnes brunes et blondes, s'éloignent des mariages consanguins. Elles doivent amener une

[1] En Poméranie et dans le Hanovre le type brun est de 7 à 8 % seulement (Kollmann, p. 37) ; dans la Frise orientale de 6 % (Virchow, *Abhand. Akad.* Berlin, 1870).

bonne moyenne de santé grâce à la neutralisation probable des défauts des deux parents.

Les chiffres que j'ai pu recueillir sur le nombre des enfants, adultes ou de plus de dix ans, issus d'unions concolores et bicolores, confirment ces prévisions, mais ils ne sont pas assez probants, en ce que notre attention s'est portée peut-être plus fortement sur les unions bicolores, à cause de leur importance pour la question de l'hérédité [1].

Dans la Suisse romande il a été noté pour 91 couples concolores 246 enfants de plus de 10 ans, et pour 122 couples bicolores 389; par conséquent 2,7 par couple concolore et 3,18 par couple bicolore.

En Allemagne, pour 98 couples concolores 289 enfants et pour 82 bicolores 252; c'est-à-dire 2,9 et 3,07 par couple.

Il n'est pas jusqu'au document sur Liège qui n'accuse la même différence, quoique ses chiffres soient bien faibles. Il indique pour 17 couples concolores 43 enfants et pour 17 bicolores 59, ce qui fait 2,5 pour les premiers et 3,47 pour les seconds.

La constance des chiffres dans ces populations différentes est assez grande. On peut en inférer ou que les unions bicolores sont plus fécondes, ou que leurs enfants arrivent plus souvent à l'âge adulte, ou encore que ces deux causes produisent l'effet observé.

Nous avons vu que le type brun est celui qui se propage le plus d'une génération à l'autre. Il est peut-

[1] J'ai dit et écrit à quelques-uns de mes collaborateurs que la question d'hérédité était le but de mes recherches et qu'elle se résoudrait surtout par les mariages bicolores. La question actuelle s'est présentée accessoirement, sur la vue des listes. Elle mérite un examen plus approfondi.

être plus vigoureux d'après le nombre des enfants au-dessus de dix ans nés de couples *concolores,* des deux sortes qui ont été observés. Ici les chiffres étant faibles, je réunirai les documents de Suisse, Allemagne et Belgique, et je trouve pour 72 couples concolores bruns 221 enfants, et pour 131 couples concolores bleus ou gris 357, soit 3,07 et 2,72, par couple.

Après avoir montré que les unions bicolores sont favorables à la santé des populations, il faut rappeler cependant que, d'après quelques faits recueillis par M. Francis Galton et confirmés par mes nouvelles recherches[1] sur l'hérédité, la question est moins claire en ce qui concerne les caractères d'instinct, de sentiment et d'intelligence. Les hommes qui ont du succès dans leur carrière paraissent provenir plus souvent de parents analogues que de parents dissemblables. La similitude amène chez les enfants une plus grande intensité des caractères qui profite dans les luttes sociales, mais cet avantage est détruit quelquefois par un défaut de santé ou par l'exagération de caractères nuisibles.

Ressemblance des enfants avec chacun de leurs parents.

C'est par les enfants issus de mariages bicolores qu'on peut en juger, car à la suite de mariages concolores les enfants ont ordinairement la couleur de leurs deux parents ou, quelquefois, une autre couleur venant presque toujours d'un ancêtre.

Sur 1,116 enfants de parents bicolores, 535 (soit

[1] *Histoire des sciences et des savants*, édition 2, p. 85.

48,8 °/₀) ont la couleur des yeux de leur père et 581 (51,2 °/₀) de leur mère.

Les fils, au nombre de 581, ont 47 °/₀ de la couleur du père et 53 °/₀ de la mère. Les filles, au nombre de 535, ont 49,5 °/₀ de la couleur du père et 50,5 °/₀ de la mère.

Dans la moyenne générale des caractères physiques, moraux et intellectuels, j'ai trouvé un peu plus de ressemblance avec les pères qu'avec les mères[1], mais cela varie quand il s'agit d'un caractère en particulier. Ainsi, sans nous éloigner de ce qui concerne les yeux, le daltonisme vient presque uniquement des pères ou grands-pères. Quelquefois les femmes le transmettent, sans l'avoir elles-mêmes, quand leur père était daltonien. La raison en est bien simple : le daltonisme est beaucoup plus fréquent chez les hommes que chez les femmes[2], et un sexe transmet ce qui abonde chez lui. Les yeux bruns étant plus nombreux dans le sexe féminin et se propageant d'ailleurs plus que les autres, cela explique la ressemblance plus forte avec les mères.

Des yeux gris.

Après examen des faits, je persiste à considérer les yeux gris comme un état particulier de la classe des yeux plus ou moins bleus, et non comme une classe aussi distincte que celle des yeux bruns. Voici mes motifs :

[1] *Histoire des sciences et des savants*, édition 2, p. 81.

[2] E. Wartmann, sur le Daltonisme, dans *Mémoires de la Soc. de phys. et d'hist. nat. de Genève*, 10, p. 300. On a cité depuis beaucoup d'exemples isolés, mais je doute qu'il ait paru une statistique basée sur quelques centaines de faits.

1° Les iris gris bleus sont plus fréquents que ceux intermédiaires entre brun et gris ou brun et bleu.

En effet, M. le Dr P. Dunant, qui a pris soin de noter les couleurs et les nuances, m'a transmis l'indication suivante :

Yeux bruns ou noirs	68	I [1]
» bruns jaunes	2	
» bruns verdâtres	3	
Yeux gris	15	II
» gris verts	3	
» gris bleus	11	
» bleus verts	8	
» bleus	51	

M. le professeur Wittmack a constaté les teintes suivantes, à Berlin :

Yeux bruns	22	I
» gris	3	II
» gris bleus	13	
» bleus	29	

Ces détails, observés par deux savants très exacts, montrent la rareté des nuances qui s'écartent du brun et la fréquence de celles entre le bleu et le gris.

2° L'enquête faite, en 1879, sur la couleur des yeux, des cheveux et du teint de 405,609 enfants des écoles de Suisse, en distinguant ceux au-dessous et au-dessus de 11 ans, prouve que de 8 à 11 ans, une assez forte proportion de yeux bleus deviennent gris (ou gris bleus, car l'enquête n'a établi que trois catégories, bruns, gris et bleus). D'après le résumé de M. le professeur Kollmann

[1] Le chiffre I comprend ce que j'ai appelé ci-dessus yeux bruns; II ce que j'ai considéré comme yeux gris, gris bleus ou bleus.

(page 33), la proportion d'enfants à yeux bruns n'a pour ainsi dire pas varié entre ceux au-dessous et au-dessus de 11 ans (39,9 et 39,5 %). Au contraire, il y avait au-dessous de 11 ans 17,1 % de yeux bleus et 41,9 de yeux gris, tandis qu'au-dessus il s'est trouvé 14,9 de yeux bleus et 44,4 de yeux gris.

Ce ne sont pas, il est vrai, les mêmes enfants qui ont été observés successivement, mais il n'y a aucune raison de croire qu'il serait sorti des écoles après dix ans ou entré à cet âge un nombre exceptionnel d'enfants de l'un des deux types.

3° Les faits d'hérédité venus à ma connaissance conduisent à des idées analogues. J'ai des renseignements sur 40 individus à yeux gris et sur leurs deux parents.

Ils ont été recueillis surtout par M. le Dr Dunant, à Genève et par M. le professeur Wittmack, à Berlin. Ces deux savants ont indiqué même des nuances, telles que gris vert ou gris bleu. J'ai ajouté moi-même et reçu de MM. Herzen, Suès et Forel d'autres exemples observés en Suisse.

En somme, 30 observations viennent de la Suisse romande et 10 de Berlin. Elles concernent 19 hommes et 21 femmes. Quatre des sujets observés avaient leurs deux parents à yeux gris, 19 en avaient un à yeux gris, 6 à yeux gris bleus et 3 à yeux gris verts. On voit que la couleur grise est assez héréditaire.

Deux de ces individus avaient leurs deux parents à yeux bleus; aucun n'avait ses deux parents à yeux bruns. Ceci fait présumer plus d'affinité avec les yeux bleus. Si l'on compte les individus qui avaient un parent d'une couleur et l'autre d'une couleur différente, on trouve: 21 fois la couleur brune chez un des parents et 19 fois la couleur bleue.

En somme, lorsqu'on énumère les parents de chaque couleur, on trouve :

Yeux gris	27	34 %
» gris bleus	6	7 ½
» gris verts	3	3 ½
» bruns [1]	21	26
» bleus	23	29
	80	100

Ainsi les yeux gris proviennent surtout de leurs semblables, ensuite de yeux bleus ou gris bleus, et plus rarement de yeux bruns.

Étant arrivé par trois méthodes différentes au même résultat, j'ai peu de doute qu'il ne soit vrai. Le petit nombre d'observations sur l'origine paternelle ou maternelle des yeux gris est regrettable, mais la fréquence des yeux gris bleus ou gris verts, confirme l'analogie des gris et des bleus et montre aussi que la catégorie des yeux gris est difficile à préciser.

Comme hypothèse, au point de vue des races, il paraît assez probable que les yeux gris viennent d'une altération des yeux bleus à la suite de mélange des types blond et brun. En Suisse, où le mélange des deux types est général, il y a 44 % de yeux gris, autant du moins qu'on peut se fier à l'appréciation des régents qui ont fourni les documents de l'enquête sur les écoles[2].

[1] Dont 3 bruns verdâtres.

[2] Il est à craindre qu'ils n'aient été souvent embarrassés pour noter des yeux comme gris ou bleus. La formule de l'enquête ne leur offrait pas une colonne de yeux gris bleus. Dans les pièces originales du canton de Genève j'ai été frappé des disparates d'un village à l'autre, l'un ayant presque tous les yeux gris et le voisin en ayant fort peu. Aucun docteur n'a vérifié et l'on n'avait pas même annoncé un contrôle partiel, à faire au hasard, qui aurait été avantageux.

Anomalies observées.

Notre enquête ne portait pas sur les couleurs exceptionnelles qui pouvaient se présenter, mais plusieurs de mes correspondants m'en ont signalé, et quelques-unes sont assez remarquables pour qu'il soit bon de les mentionner.

Une famille, en Suisse, présente chez la mère et six de ses enfants des taches rougeâtres sur un fond bleu. Le célèbre oculiste de Zurich, M. Horner, a mentionné l'hérédité fréquente de cette anomalie[1].

A Stockholm, M. Wittrock a vu un père ayant un œil bleu et l'autre brun, ce qui ne s'est pas reproduit chez ses deux enfants. Il a vu aussi deux mères dont les yeux étaient l'un bleu, l'autre brun, sans que leurs trois enfants aient offert la même anomalie. Enfin, une fille de parents à yeux bleus avait un œil mi-partie bleu et brun[2].

Dans le canton de Genève, un enfant né d'un père à yeux bruns et d'une mère à yeux bleus, a un œil d'une couleur, l'autre de l'autre. Un enfant de dix ans, né à Paris, d'un père français à yeux bruns et d'une mère allemande également à yeux bruns, a un œil gris et l'autre partagé en brun et gris. Le grand-père maternel avait les yeux gris.

[1] « Je connais dans plusieurs familles des pigments colorés qui se manifestent (dans les yeux) pendant 3 ou 4 générations à la même place et de la même grosseur. Ils ne se voient pas dans l'enfance, mais lors de la puberté.» *Horner*, *Mitth. aus der ophthalm. Klinik*, 1876, p. 9).

[2] Madame de Sévigné avait les yeux de couleurs différentes. Voir une lettre du 20 juillet 1668 à son parent fort peu aimable, Bussy Rabutin, qui n'avait pas oublié de s'en moquer.

D'autres anomalies ont pu être remarquées sans qu'elles m'aient été signalées, vu ma recommandation de ne pas compter les yeux d'une couleur douteuse.

Intensité des couleurs.

Le mélange des types ne produit pas souvent des anomalies comme celles que je viens de relater, mais il rend plus rares les yeux très bleus ou très bruns, de même que les cheveux très blonds ou très noirs.

J'ai vu, en Sicile et ailleurs, des populations où les yeux sont presque toujours bruns et d'une intensité qui justifie l'expression de noirs. Inversement, mes collaborateurs des pays du Nord ont noté souvent des yeux bleu de ciel. Dans la Suisse romande il n'est pas fréquent de voir des yeux ou bruns très foncés ou d'un bleu très pur. C'est aussi rare que des cheveux très noirs ou d'un beau blond. Le mélange atténue les couleurs, ce que montre aussi l'abondance des yeux gris bleus et gris.

RECHERCHES

SUR

L'ENTRAINEMENT DES SUBSTANCES SOLIDES

PAR LA VAPEUR D'EAU

ET SUR LA

COMBINAISON DE L'ACIDE BORIQUE AVEC LA VAPEUR D'EAU

PAR

M. Paul TCHIJEWSKI

Les faits relatifs à l'entraînement des substances solides par les vapeurs d'eau ne sont pas tout à fait nouveaux. Liebig dit, dans sa *Chimie organique appliquée à la physiologie végétale et à l'agriculture :* [1] « N'y a-t-il pas des phénomènes plus inexplicables que ceux dont nous venons de parler ? Ainsi ne voit-on pas des corps résistant au feu se volatiliser dans certaines circonstances, et entrer, à la température ordinaire, dans un état, dont nous ne pouvons dire s'il est gazeux ou non ? La formation des vapeurs d'eau, la gazéification en général, est dans ces corps la cause de leur singulière volatilisation. Un corps, qui passe à l'état de gaz, un liquide qui se vaporise, communique à toutes les matières qui y sont dissoutes la faculté plus ou moins grande de prendre le

[1] Trad. par Gerhardt. Paris, 1842, p. 112.

même état, propriété que ces matières ne possèdent pas pour elles seules.

« Depuis longtemps on sait que dans les tempêtes, les feuilles des plantes se couvrent de croûtes salines et cela dans la direction de l'ouragan vers la terre ferme, même sur une étendue de vingt à trente milles anglais. Mais il n'est pas besoin de tempêtes pour volatiliser ces sels; l'air qui flotte sur la mer trouble en tout temps la solution de nitrate d'argent; chaque courant, quelque faible qu'il soit, enlève avec les millions de quintaux d'eau de mer qui se vaporisent annuellement, une quantité correspondante de sels qui y sont dissous et amène à la terre ferme du chlorure de sodium, du chlorure de potassium, de la magnésie et les autres principes de l'eau de mer. »

Enfin nous trouvons dans le même ouvrage l'indication d'expériences plus exactes sur l'entraînement des nitrates pendant l'évaporation de leurs solutions aqueuses. Je n'ai pas à présent entre les mains ces expériences, et c'est d'autant plus regrettable qu'elles ont été faites sous Lavoisier[1]. »

Voici les paroles de Liebig: « Les expériences qui ont été faites par la Direction des poudres et salpêtres sous Lavoisier, ont prouvé, que dans la vaporisation des lessives de nitre, les sels qui y sont contenus se vaporisent avec l'eau et occasionnent une perte dont on n'avait pas su se rendre compte avant d'avoir eu connaissance de ce fait. »

[1] D'après Liebig, ces expériences auraient été faites par la Direction des poudres et des salpêtres sous Lavoisier, mais il n'indique pas la source d'où il a pris ce renseignement et je n'ai pas trouvé ce travail dans les œuvres complètes de Lavoisier.

Duhamel a démontré qu'en distillant de l'acide nitreux sur de la terre calcaire, une portion notable de cette dernière était emportée.

Berthollet, dans un des mémoires qu'il a présentés à l'Académie, annonce avoir obtenu un résultat semblable à celui de Duhamel. Il a prouvé qu'à l'aide de l'acide nitreux et de l'eau, le zinc et le plomb peuvent passer en partie dans la distillation [1].

La volatilisation de l'acide borique avec la vapeur d'eau est parfaitement connue.

En Italie, on fait passer les vapeurs d'eau qui surgissent en torrent, de l'intérieur de la terre, à travers de l'eau qui s'en charge de plus en plus, de sorte qu'à la fin on en retire par l'évaporation de l'acide borique cristallisé.

Dans l'Amérique du Nord, on met la boronatrocalcite pulvérisée et mélangée avec l'acide sulfurique dans des cylindres de plomb, on les chauffe au rouge et on dirige à travers ces cylindres de la vapeur d'eau, qui entraîne l'acide borique [2].

A la saline de Nauheim, M. Wilhelmi a prouvé jusqu'à l'évidence la volatilisation du sel marin. Une plaque de verre, fixée sur une barre élevée entre deux bâtiments à peine éloignés l'un de l'autre de 1200 pas, se trouve le matin après l'évaporation de la rosée, constamment tapissée de cristaux de sel tantôt d'un côté, tantôt de l'autre, suivant la direction du vent [3].

[1] Œuvres de Lavoisier, publiées par les soins de S. Ex. le ministre de l'instruction publique. Paris, MDCCCLXVIII. Rapport sur la production de l'alcali volatil, de mars 1778. Tome IV, p. 307.

[2] Gutzkow, *Bull. Soc. chim.*, t. XXI, p. 471.

[3] Liebig, *Op. cit.*, p. 115.

Les exhalaisons qui émanent de quelques solutions de substances inorganiques dépendent peut-être aussi de l'entraînement de corps dissous par la vapeur d'eau. Mes expériences sur l'entraînement du Chlorure de sodium ont donné un résultat affirmatif. Quand on évapore une solution de sel marin sur le bain-marie, il suffit de recueillir 300cc. de distillat et de le condenser jusqu'à 10cc. pour obtenir un précipité blanc, par l'azotate d'argent.

DE L'ENTRAINEMENT DES CARBONATES DES MÉTAUX CAUSTIQUES.

J'ai fait tous mes dosages pour l'entraînement de ces substances au moyen de l'analyse volumétrique, car en opérant avec de très petites quantités de substances, l'analyse titrée présente plus d'avantage et d'exactitude que l'analyse par pesée.

Dans ce but, je me suis servi de l'acide sulfurique très étendu, dont le titre de solution était égal à

0,00325

c'est-à-dire qu'un centimètre cube de cette solution pouvait être saturé par

0,00351 gr.

de carbonate de sodium.

I. *Entraînement dans le cas où la concentration pendant l'évaporation n'est pas constante.*

Après avoir préparé la solution de carbonate de sodium, je l'ai titrée. J'ai mis 10 cc. de cette solution dans une capsule en platine, j'ai ajouté 100 cc. d'eau distil-

lée tout à fait pure[1] et j'ai évaporé le mélange au bain-marie jusqu'à 10 cc. Puis j'ai mis ces 10 cc. dans le creuset de platine et je les ai titrés. *La quantité du carbonate de sodium avait diminué.* Par cette méthode j'ai obtenu les chiffres suivants :

Tableau N° 1.

La quantité d'eau évaporée = 100 cc.

Quantités d'acide sulfurique nécessaires pour saturer 100 cc. de solution de carbonate de sodium avant l'expérience.	Quantités d'acide sulfurique nécessaires pour saturer 100 cc. de solution de carbonate de sodium après l'expérience.	Quantités d'acide sulfurique nécessaires pour saturer les portions de carbonate de sodium entraînées pendant l'opération.
0,628 cc.	0,592 cc.	0,036 cc.
0,628 »	0,598 »	0,030 »
0,340 »	0,309 »	0,031 »
0,340 »	0,305 »	0,035 »
0,222 »	0,198 »	0,024 »
0,222 »	0,197 »	0,025 »
0,028 »	0,013 »	0,015 »

Tableau N° 2.

La quantité d'eau évaporée = 100 cc.

Quantités de carbonate de sodium dans 10 cc. de solution avant l'expérience.	Quantités de carbonate de sodium dans 10 cc. de solution après l'expérience.	Quantités de carbonate de sodium entraînées par 100 cc. d'eau.
0,00220 gr.	0,00207 gr.	0,00013 gr.
0,00220 »	0,00209 »	0,00011 »
0,00119 »	0,00108 »	0,00011 »
0,00119 »	0,00107 »	0,00012 »
0,00077 »	0,00069 »	0,00008 »
0,00077 »	0,00068 »	0,00009 »
0,00010 »	0,00005 »	0,00005 »

[1] Préparée au moyen d'une cornue de platine et d'un réfrigérant du même métal.

Comme on le voit, la quantité de sel entraînée par 100 cc. d'eau était si petite, qu'elle pouvait être saturée par 0,036 à 0,015 cc. de solution d'acide sulfurique. Pour doser ces quantités insignifiantes, je me suis servi d'une burette dont la longueur était égale à 4 $^1/_2$ dc. et le volume à 1 cc. Au moyen de cette burette, j'ai pu mesurer très facilement 0,001 cc. Comme indicateur, j'ai choisi la solution alcoolique de l'acide rosolique. Ce réactif est très sensible. Il suffit de 0,001 de solution de l'acide sulfurique pour changer la couleur de 10 cc. d'eau colorée par cette substance. La coloration un peu jaunâtre correspond à l'acide, et la coloration bleue à l'alcali.

En examinant les chiffres des tableaux N°s 1 et 2, nous voyons que les quantités des carbonates de potassium qui sont entraînées par la vapeur d'eau *diminuent avec la diminution de la concentration ; mais moins rapidement que la concentration.* La concentration étant diminuée de vingt fois, les quantités entraînées ne diminuent que de 2 $^1/_2$ fois. Les chiffres mentionnés plus haut présentent quelque incertitude. Mais il me semble qu'il est impossible d'obtenir des résultats plus exacts avec des quantités aussi minimes.

Voici les chiffres qui représentent l'entraînement du carbonate de potassium et qui ont été obtenus par cette méthode :

Tableau N° 3.

La quantité d'eau évaporée = 100 cc.

Quantités d'acide sulfurique nécessaires pour saturer 10 cc. de solution de K_2CO_3 avant l'expérience.	Quantités d'acide sulfurique nécessaires pour saturer 10 cc. de solution de K_2CO_3 après l'expérience.	Quantités d'acide sulfurique nécessaires pour saturer les portions de K_2CO_3 entraînées pendant l'opération.
2,320	2,280	0,040
2,320	2,238	0,082
2,320	2,238	0,082
0,620	0,547	0,073
0,620	0,542	0,078
0,235	0,176	0,059
0,180	0,134	0,046
0,180	0,127	0,053
0,059	0,032	0,027

Tableau N° 4.

La quantité d'eau évaporée = 100 cc.

Quantités de K_2CO_3 dans 10 cc. de solution avant l'expérience.	Quantités de K_2CO_3 dans 10 cc. de solution après l'expérience.	Quantités de K_2CO_3 entraînées par 100 cc. d'eau.
0,01060	0,01042	0,00018
0,01060	0,01023	0,00037
0,01060	0,01023	0,00037
0,00283	0,00250	0,00033
0,00283	0,00247	0,00036
0,00107	0,00080	0,00027
0,00082	0,00061	0,00021
0,00082	0,00058	0,00024
0,00027	0,00015	0,00012

II. *Entraînement dans le cas où la concentration pendant l'évaporation est constante.*

Pour déterminer la relation entre la quantité de sel entraîné et la concentration de la solution, je me suis servi de la méthode suivante :

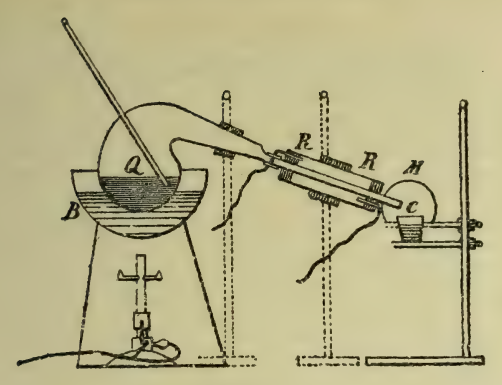


Figure 1.

J'ai rempli une cornue de verre *Q* (Fig. 1) d'une solution dont la concentration était déterminée avant l'expérience, puis je l'ai évaporée au bain-marie. Le distillat était recueilli dans un creuset en platine *c* d'un poids connu. Quand le creuset a été presque rempli, je l'ai pesé et j'ai titré le distillat dans le même creuset[1].

Quoique, en ce cas, la concentration de la solution dans la cornue ne reste pas constante pendant la durée de chaque expérience, la différence entre la concentration au début de l'expérience et celle de la fin n'est pas trop grande, puisque la quantité de la solution restée dans la cornue est presque toujours vingt fois plus considérable que celle du distillat obtenu[2]. Ces expériences ont donné les résultats suivants :

1. « L'entraînement » du carbonate de lithium est presque nul.

2. « L'entraînement » du carbonate de sodium s'exprime par les chiffres que voici :

[1] Il est très commode de titrer dans le creuset en platine, surtout quand sa surface intérieure est brillante.

[2] La quantité de la solution que j'ai prise ordinairement = 400 à 600 ^{cc}. La quantité du distillat de chaque expérience = 10 à 25^{cc}.

Tableau N° 5.

La température pendant l'expérience = 98°.

Concentration de la solution (quantité de substance dans un litre d'eau).	Quantité de substance entraînée par un litre d'eau.
0,1770 gr.	0,0015 gr.
0,8000 »	0,0015 »
1,9000 »	0,0017 »
20,0000 »	0,0027 »
21,1500 »	0,0025 »
26,0000 »	0,0016 »
28,0000 »	0,0015 »
50,5400 »	0,0011 »
203,0000 »	0,0008 »

3. « L'entraînement » du carbonate de potassium s'exprime par les chiffres suivants :

Tableau N° 6.

La température pendant l'expérience = 98°.

Concentration de la solution (quantité de substance dans un litre d'eau).	Quantité de substance entraînée dans un litre d'eau.
0,2810	0,0018
0,3348	0,0018
0,4510	0,0019
0,5317	0,0025
0,7390	0,0028
1,1820	0,0029
2,4180	0,0034
17,6200	0,0050
18,5600	0,0055
19,2400	0,0054
20,3800	0,0055
23,1600	0,0050
25,9800	0,0050
31,7000	0,0041
48,0700	0,0038
59,7200	0,0032
75,9030	0,0023
106,0000	0,0032
157,5000	0,0014
224,0000	0,0009

Comme nous le voyons par tous ces chiffres, le rapport entre les quantités de substances entraînées et la concentration de la solution présente assez d'intérêt. La quantité *de sel entraînée augmente avec la concentration, mais arrivée à un certain degré, elle commence à diminuer, malgré l'accroissement continu de la concentration.*

On peut se convaincre ensuite que les quantités de carbonates entraînées *augmentent avec les poids atomiques des métaux.* En effet, nous avons vu que le carbonate de lithium peut à peine être entraîné. Le carbonate de potassium est plus entraînable que celui de sodium (comparez les chiffres des tableaux 1, 2, 3, 4, 5 et 6) ; enfin le carbonate de rubidium est probablement plus entraînable que le carbonate de potassium [1].

DE L'ENTRAINEMENT DE L'ACIDE BORIQUE.

I. *Entraînement dans le cas où la concentration pendant l'évaporation n'est pas constante.*

Dans mes expériences je me suis servi de l'acide borique du commerce après l'avoir cristallisé, calciné pour détruire les substances organiques et enfin cristallisé encore une fois. Ces expériences ont été faites de la manière suivante :

J'ai pesé une certaine quantité d'anhydride borique dans une capsule en platine et, y ayant versé de l'eau distillée, j'ai évaporé la solution ainsi obtenue au bain-

[1] Je ne donne pas ici les chiffres de l'entraînement de cette substance, parce qu'ils ne sont pas complets et exigent une vérification.

marie. Cela fait, il ne restait plus qu'à calciner et à peser la capsule, pour savoir la quantité d'anhydride borique entraînée par la vapeur d'eau.

Tableau N° 7.

La quantité d'eau évaporée = 30 gr.
Le poids de la capsule.... = 30,5460.

Quantité de B_2O_3 dissoute dans 30 gr. d'eau.	Quantité de B_2O_3 entraînée par 30 gr. d'eau.
0,6030 gr.	0,0522 gr.
0,2638 »	0,0298 »
0,1268 »	0,0278 »
0,0323 »	0,0123 »
0,0314 »	0,0114 »
0,0095 »	0,0071 »

Tableau N° 8.

La quantité d'eau évaporée = 20 gr.
Le poids de la capsule.... = 26,3396.

Quantité de B_2O_3 dissoute dans 20 gr. d'eau.	Quantité de B_2O_3 entraînée par 20 gr. d'eau.
1,1296 gr.	0,0991 gr.
1,0305 »	0,0758 »
0,9547 »	0,0673 »
0,8874 »	0,0577 »
0,8197 »	0,0485 »
0,0382 »	0,0181 »
0,0201 »	0,0103 »
0,0098 »	0,0066 »

Pour déterminer le rapport entre l'entraînement et la température, j'ai fait évaporer une solution d'acide borique à la température ordinaire, c'est-à-dire à 15° ou à 17°, et j'ai obtenu les chiffres suivants :

Tableau N° 9.

La quantité d'eau évaporée = 20 gr.
Le poids de la capsule.... = 8,4252.

Quantité de B_2O_3 dissoute dans 20 gr. d'eau.	Quantité de B_2O_3 entraînée par 20 gr. d'eau.
0,0378 gr. 0,0818 »	0,0058 gr. 0,0110 »

Chaque chiffre du tableau n° 9 présente le résultat de trois observations. Il est difficile de s'expliquer cet entraînement à la température ordinaire, si comparativement petit qu'il soit. Peut-être peut-on l'interpréter de la manière suivante : les cristaux de l'acide borique, restés dans la capsule après l'évaporation de l'eau, ont pu tomber en efflorescence, parce que l'évaporation se produisait sous l'exsiccateur. C'est ce qui pouvait diminuer la quantité de la substance entraînée, comme nous le verrons plus loin.

Les chiffres donnés par les tableaux N°s 7, 8 et 9 démontrent non seulement l'entraînement de l'acide borique par l'eau de la solution, mais aussi par l'eau de cristallisation, et ce dernier est beaucoup plus considérable que le premier. Ces chiffres ont donc une certaine valeur pour les dosages de l'acide borique dans les solutions. Il faut cependant les admettre sous toutes réserves. Ils n'ont presque aucune valeur théorique, parce que chaque chiffre présente la somme ou le résultat de deux phénomènes différents, qui ne sont pas égaux quantitativement et qui dépendent de lois diverses.

II. *Entraînement par l'eau de cristallisation.*

La quantité d'acide borique qui est entraînée par l'eau de cristallisation est énorme. En effet, mes expériences sur ce sujet ont donné les résultats suivants :

Tableau N° 10.

Quantité d'eau de cristallisation dans 1 gr. de B_2O_3.	Quantité de B_2O_3 entraînée par 1 gr. d'eau de cristallisation.
0,7808 gr.	0,1405 gr.
0,7543 »	0,1358 »
0,7492 »	0,1449 »
0,7544 »	0,1508 »

Tableau N° 11.

Quantité d'eau de cristallisation dans 1 gr. de B_2O_3.	Quantité de B_2O_3 entraînée par 1 gr. d'eau de cristallisation.
0,2885 gr.	0,0896 gr.
0,2780 »	0,1034 »
0,2783 »	0,1032 »

En faisant ces expériences, j'ai mis l'anhydride borique dans une capsule en platine. Puis j'ai placé cette capsule durant 4 heures sous l'exsiccateur dont la matière desséchante était remplacée par de l'eau. L'augmentation du poids m'a donné la quantité d'eau de cristallisation. Ayant calciné et pesé l'anhydride borique, resté après la calcination, j'ai calculé la quantité de B_2O_3 entraînée par 1 gr. d'eau de cristallisation. Comme on peut le voir, les chiffres des tableaux N°s 10 et 11 ne s'accordent pas entre eux, et ceux du tableau N° 10 sont plus élevés que ceux du tableau N° 11. Ce fait m'a beaucoup frappé,

car, la quantité d'eau de cristallisation étant moindre dans les expériences du tableau N° 11, on pouvait s'attendre à un résultat tout opposé.

Généralement « l'entraînement » de l'acide borique par l'eau de cristallisation varie beaucoup avec le changement des conditions dans lesquelles la dessiccation a lieu. Pour obvier à cet inconvénient on devrait, par exemple, dessécher l'acide borique jusqu'au poids constant au bain-marie (ce qui exige plus de 20 heures), à la température de 100°, de 120°, etc. jusqu'à 300° et même 500°. Quant à moi j'ai choisi une méthode beaucoup plus courte : j'ai placé la capsule avec l'acide borique (préalablement desséché au bain-marie), dans un bain d'air chauffé jusqu'à 100° et quand la température de ce dernier s'est élevée jusqu'à 160°, j'ai pris la capsule et je l'ai calcinée pendant cinq minutes au moyen du bec à gaz de M. Bunsen.

Toutefois on peut dire que lorsque les conditions des expériences sont les mêmes, la quantité de B_2O_3, entraînée par l'eau de cristallisation, ne dépend que de la quantité de cette eau. *Les quantités de* B_2O_3 *entraînées sont proportionnelles aux quantités d'eau.*

Soit $\frac{a}{b}$ la concentration[1] de la solution examinée, b la quantité d'eau dans la solution, $\frac{n}{100}$ % la quantité d'anhydride borique entraînée par l'unité d'eau de cristallisation. Alors pour les quantités de B_2O_3 entraînées par l'unité d'eau de cristallisation, nous avons :

[1] Sous le nom de concentration, je désigne la quantité de sel dans l'unité d'eau.

$$\frac{54a}{70} \cdot \frac{n}{100}$$

Ces quantités sont proportionnelles à a (n est constant). Soit $\frac{n'}{100}$ la quantité d'anhydride borique, entraînée par l'unité d'eau de solution, alors l'entraînement s'exprime par la formule suivante :

$$\left(b - \frac{54}{74} a\right) \frac{n'}{100}$$

où n' n'est pas constant et varie avec le changement de concentration $\frac{a}{b}$. Nous ignorons la loi exacte de la variation de n'. C'est pourquoi j'ai dit plus haut que les chiffres des tableaux N°s 7, 8, 9, n'ont pas de valeur théorique.

III. *Entraînement dans le cas où la concentration pendant l'évaporation est constante.*

L'entraînement de l'acide borique par l'eau de la solution n'est pas proportionnel à la concentration. Pour le démontrer, j'ai fait les expériences suivantes :

J'ai préparé d'abord une solution d'acide borique, dont la concentration était connue. Voulant avoir p. ex. une solution de m gr. de B_2O_3 pour un litre d'eau, j'ai pesé un peu de B_2O_3 dans un petit creuset en platine. Le poids de B_2O_3 étant a gr, nous avons :

$$a : m = X : 100$$

d'où on tire x ou la quantité d'eau dans laquelle il faut dissoudre a gr. de B_2O_3 pour avoir la solution désirée :

$$X = \frac{a\,1000}{m}$$

Ayant mis cette quantité d'eau dans un ballon à large goulot, j'y ai placé le creuset avec l'anhydride borique et j'ai fermé le ballon avec un bouchon dans lequel a été enchassé un tube avec du chlorure de calcium d'un poids connu. Après avoir chauffé le ballon jusqu'à la dissolution complète de l'anhydride borique, j'ai pesé le tube avec le chlorure de calcium et j'ai pu ainsi déterminer la quantité de l'eau évaporée. Puis j'ai ajouté de nouveau cette quantité d'eau dans le ballon.

La solution une fois prête, j'en ai pris 5 cc. et j'ai déterminé la quantité de B_2O_3 qui reste après leur évaporation.

Ayant répété l'expérience plusieurs fois et pris la moyenne (soit A), j'ai ainsi évalué l'entraînement de B_2O_3 de la solution préparée.

Dans ce but, j'ai placé dans le creuset en platine *c* (fig. 2)

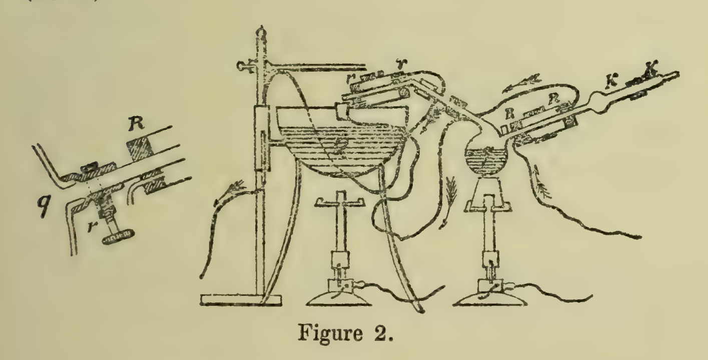


Figure 2.

5 cc. de ma solution, j'ai chauffé le bain-marie *Q* et la cornue *q* et j'ai dirigé de l'eau froide à travers le réfrigérant *RR*, puis à travers le réfrigérant *rr* et enfin à tra-

vers le tube *bb*. Pendant que la solution s'évapore du creuset *c*, l'eau distillée y coule peu à peu du réfrigérant *rr*. Le réfrigérant *RR* communique avec la cornue *q* par un tube de caoutchouc dont l'ouverture peut être élargie ou rétrécie à volonté au moyen d'une pince à vis *r*. D'autre part ce réfrigérant communique avec un tube *KK* rempli de chlorure de calcium. En faisant jouer la vis *r*, on peut arriver au point que la quantité d'eau qui s'évapore du creuset *c* et la quantité d'eau qui coule du réfrigérant *rr* soient à peu près égales. Par cette disposition j'ai réussi à obtenir que la concentration ne change pas pendant toute la durée de l'expérience. L'eau qui coule du réfrigérant *rr* est tout à fait pure, car le tube de ce réfrigérant est en platine. Connaissant le poids des tubes des réfrigérants avant et après l'expérience, ainsi que celui de la cornue et du tube avec le chlorure de calcium, j'ai pu ainsi déterminer la quantité d'eau évaporée. Soit cette quantité = P gr. Quand une quantité d'eau suffisante s'était écoulée du réfrigérant dans le creuset et s'y était évaporée (P gr. pas moins de 20 gr.), j'éloignais le réfrigérant *rr* et j'évaporais l'anhydride borique qui y restait et enfin je le pesais. Soit son poids = B. Alors le poids de B_2O_3 entraîné par P gr. d'eau =

$$A - B$$

Et pour le poids de B_2O_3 entraîné par un litre d'eau nous avons la formule :

$$\frac{A - B}{P} \cdot 1000$$

Les chiffres ainsi obtenus se trouvent dans les tableaux N°s 12 et 13.

Tableau N° 12.

1. Poids du creuset en platine................ 9,7969
2. Poids du tube du réfrigérant RR........... 37,5438
3. Poids du tube du réfrigérant *rr*............ 11,7235
4. Poids du tube avec le chlorure de calcium.. 23,6731
5. Poids de l'eau évaporée.................... 20—30 gr.

La température = 94°.

La pression atmosphérique = 725^{mm} à 740^{mm}.

Quantités $X = \frac{a.1000}{m}$	Quantités $\frac{A-B}{P} \cdot 1000$
14,0000 gr.	0,35 gr.
8,0000 »	0,20 »
7,0000 »	0,17 »

Tableau N° 13.

Les grandeurs 1, 2, 3, 4 du tableau N° 12 sont les mêmes.

La température = 94°.

La pression atmosphérique = 725^{mm} à 740^{mm}.

Quantités $\frac{a.1000}{m}$	Quantités $\frac{A-B}{P} \cdot 1000$
14,0000 gr.	0,35 gr.
7,0000 »	0,19 »
8,0000 »	0,20 »
3,5000 »	0,18 »
1,7500 »	0,16 »

Chaque chiffre est le résultat de plusieurs observations (trois ou quatre). *Nous voyons donc que la quantité de l'anhydride borique entraîné, diminue plus lentement que ne diminue la concentration de la solution.*

Et maintenant comment peut-on expliquer l'entraînement de l'acide borique et des autres corps ?

Le phénomène de « l'entraînement » dépend évidemment de l'influence de plusieurs agents. Mais quant à l'acide borique, nous ne pouvons douter que la cause principale de son entraînement ne soit l'affinité de B_2O_3 pour la vapeur d'eau. Quand on évapore des solutions aqueuses de cette substance, il se produit *une combinaison chimique gazeuse de l'anhydride borique et de l'eau*, combinaison qu'on peut comparer avec *une solution d'anhydride borique dans la vapeur d'eau, c'est-à-dire dans l'eau gazéiforme*. Nous allons voir la confirmation de cette idée.

De la combinaison de l'anhydride borique avec la vapeur d'eau.

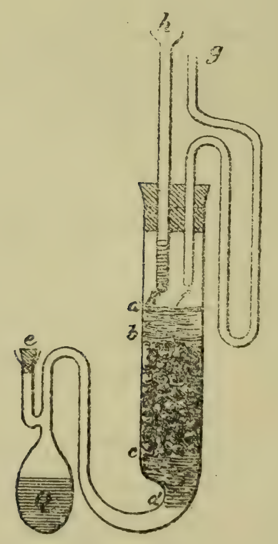


Figure 3.
ab et *cd* couches d'asbeste;
bc acide borique séché à 100°;
Q boule remplie d'eau.

1. Je fais passer la vapeur d'eau à travers un tube de porcelaine contenant de l'anhydride borique et chauffé jusqu'à 400°. En dirigeant le courant de vapeur d'eau à travers la flamme du bec à gaz de M. Bunsen, je constate la coloration verte caractéristique. Ce phénomène disparaissait toutes les fois que je remplaçais le courant de vapeur d'eau par un courant d'air sec.

2. Je mets l'appareil de la fig. 3 dans un bain d'air et je le chauffe de 130° à 180°. L'eau de la boule *Q* entre en ébullition et les vapeurs d'eau passent à travers les couches d'asbeste et d'acide borique, puis elles sortent par le tube *fg*. Au bout de quelques minutes, on peut remarquer sur les parois supérieures du cylindre la formation d'un précipité de B_2O_3 n (H_2O), dont la quantité augmente constamment. Ce précipité apparaît plus rapidement quand on verse dans le tube *h* des liquides bouillants, dont les points d'ébullition sont supérieurs à 100° et inférieurs à la température du bain d'air.

Je débouche l'ouverture *e* et je fais passer les vapeurs d'eau de *g* en *f* et en *e*. Le précipité disparaît.

3. Enfin on peut observer dans l'expérience suivante [1]

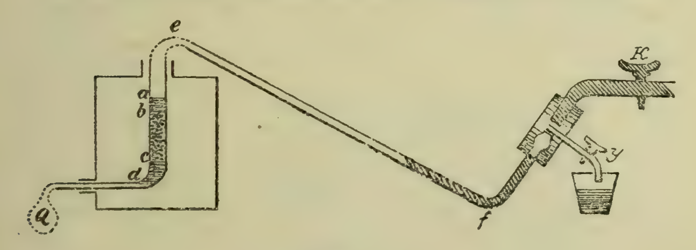


Figure 4.

ab et *cd* couches d'asbeste; *Q* boule de verre remplie d'eau; *cb* anhydride borique; *ef* tube de verre, qui communique avec le robinet à eau *K*.

[1] Je mentionne cette expérience, parce qu'en la faisant, j'ai

l'apparition du précipité de B_2O_3 n (H_2O) quand la température baisse.

Je chauffe le bain d'air jusqu'à 160° et je fais bouillir l'eau dans la boule *Q*, puis j'adapte le tube *ef* au robinet *K*. Ensuite je coupe la boule *Q* avec un trait de chalumeau. Dans l'espace *aef* nous avons maintenant de l'air atmosphérique saturé par la vapeur d'eau. La température du bain d'air ainsi que de la partie *a* du tube est toujours de 160°. J'ouvre rapidement le robinet *K*. La pression augmente jusqu'à 2 $^1/_2$ atmosphères. L'air relativement froid (*ef*) se mêle avec l'air relativement chaud (*a*) et aussitôt j'aperçois aux parois du tube *ae* le précipité qui disparaît bientôt. Cette disparition est plus rapide, si je ferme le robinet *K* en ouvrant en même temps l'embouchure *y*. On peut conclure de ces expériences qu'une combinaison gazeuse de B_2O_3 avec H_2O existe en effet. En remplaçant (expérience 1) le tube de porcelaine par un tube de verre, on peut voir comment B_2O_3 est lavé par les vapeurs d'eau, et comment il disparaît peu à peu.

Il est impossible d'expliquer ce phénomène par un *entraînement mécanique*, car B_2O_3 une fois fondu, devient une masse solide, et ne subit à la température de l'expérience (400°) aucune diminution de poids appréciable par les balances les plus sensibles. L'apparition du précipité (expérience 2) ne peut être, elle aussi, expliquée par l'entraînement mécanique, car la vapeur d'eau traverse la couche de B_2O_3 très lentement, et avant d'entrer dans la partie supérieure du cylindre où se montre le précipité, elle filtre à travers une couche d'asbeste. Enfin la vapeur d'eau (expérience 3) n'avait aucune vitesse

voulu étudier l'influence de la pression sur la combinaison de l'anhydride avec H_2O.

et nous avons toujours constaté l'apparition du précipité chaque fois que la température baissait.

Mais la nature de *l'entraînement* se manifeste assez clairement dans mes recherches sur la constitution du précipité de B_2O_3 n (H_2O) qui m'ont fait voir que ce précipité *est cristallin.* J'ai obtenu les cristaux à des températures différentes : entre 100° et 160°.

Examinés au microscope à la lumière ordinaire, les cristaux obtenus entre 100° et 125° ont les formes représentées sur la fig. 5,

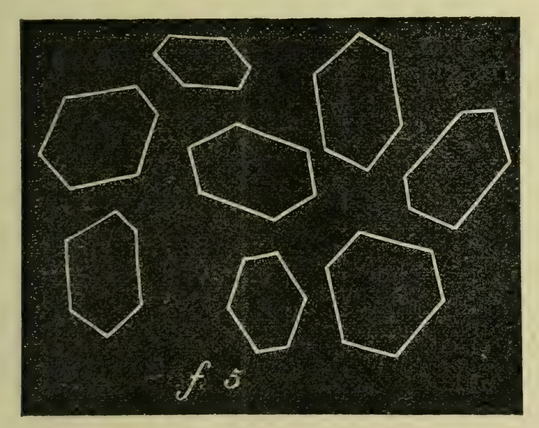


Figure 5.

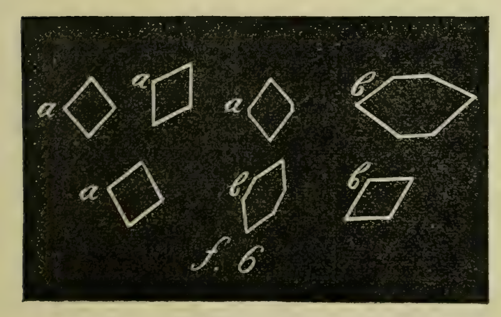


Figure 6.

et les cristaux dégagés entre 130° et 160° présentent les formes de la fig. 6.

J'ai prié M. le professeur Ch. Soret de vouloir bien m'aider à déterminer ces cristaux et voici ce que ce minéralogiste a eu la bonté de me communiquer :

« Les cristaux de la fig. 5 sont très minces et n'offrent pas de biréfringence sensible en lumière parallèle ; en lumière convergente je n'ai pu faire qu'une observation très imparfaite, n'ayant pas de lentille Bertrand à ma disposition ; j'ai aperçu néanmoins un axe optique normal aux lamelles, ou bien deux axes optiques très rapprochés. Les cristaux peuvent donc être hexagonaux, mais il me semble plus probable qu'ils ne diffèrent pas de ceux de l'acide borique ordinaire ; ceux-ci bien que tricliniques sont si peu biréfringents et ont leurs axes optiques si rapprochés de la normale aux lamelles, que dans les conditions où l'observation a été faite, leurs caractères doivent se confondre sensiblement avec ceux des cristaux hexagonaux. »

« Les cristaux de la fig. 6 sont nettement biréfringents et ont leurs plans d'extinction symétriques par rapport aux arêtes. Les lamelles ayant probablement toutes la même position cristallographique et l'observation en lumière convergente n'ayant pas donné de résultat, il n'est pas possible de dire à quel système ces cristaux appartiennent ; l'hypothèse la plus probable est de les rattacher au système rhombique ou au système monoclinique. »

La forme des cristaux *b* correspond à une température plus basse et la forme *a* à une température plus élevée.

J'ai obtenu les cristaux directement sur des porte-objets. Je me suis servi de l'appareil fig. 3. Après l'avoir débouché, je l'ai mis dans un bain d'air ainsi que

les porte-objets. La boule du thermomètre était placée au-dessous de l'embouchure du cylindre *h* à la distance d'un ou deux mm. ; le thermomètre indiquait donc la température de cette partie de l'appareil. La température étant devenue fixe, j'ai mis les porte-objets sur les cylindres en ayant soin de laisser toujours une petite ouverture pour que les vapeurs puissent passer. J'ai placé les cristaux dans une atmosphère humide (sous l'exsiccateur dans lequel le chlorure de calcium était remplacé par de l'eau).

Les cristaux obtenus entre 100° et 125° n'ont pas changé de forme pendant 48 heures tandis que ceux qui s'étaient formés à 135°, tout en n'ayant pas tout à fait changé de forme ont cependant perdu leur transparence et se sont un peu arrondis aux angles.

J'ai placé les uns et les autres dans la vapeur d'eau chauffée à 140°. Au bout d'une demi-heure les cristaux ont disparu.

Les cristaux (de 100° à 125°) sont tout à fait stables dans l'atmosphère humide, mais ils perdent cette stabilité dans l'atmosphère sèche, à une température beaucoup plus basse que celle de leur formation.

L'analyse des cristaux obtenus à la température de 108° m'a donné les résultats suivants :

	I	II	III
Poids du creuset avec le tube vide.	9,7969	9,7969	9,7968
Poids du creuset avec le tube plein de cristaux....................	9,8030	9,8027	9,8048
Poids du creuset avec le tube plein de cristaux après calcination....	9,8003	9,7998	9,8011

d'où on obtient :

Poids des cristaux................	0,0061	0.0058	0,0080
Poids de l'eau de cristallisation....	0,0027	0,0029	0,0037
Poids de B_2O_3..................	0,0034	0,0029	0,0043

Ces chiffres exigent cependant une correction. En effet, j'ai évalué la quantité d'eau de cristallisation en retranchant le poids des cristaux, après calcination, de leur poids avant la calcination. Mais l'eau de cristallisation avait entraîné une quantité considérable d'anhydride borique, et il résulte de mes expériences (voir les tableaux Nos 10 et 11) que la quantité de l'anhydride borique entraînée par les vapeurs d'eau = 12 % (je prends la moyenne).

Soit x la quantité vraie de l'eau de cristallisation, nous avons alors :

$$a = X + \frac{X}{100} \cdot 12$$

ou a est la quantité d'eau obtenue dans l'expérience.

Ainsi :

$$X = \frac{100 . a}{112}$$

Après avoir fait cette correction nous obtenons les chiffres :

	I	II	III
Poids des cristaux......	0,0061 gr.	0,0058 gr.	0,0080 gr.
Poids de l'eau de cristallisation..............	0,0024,1	0,0025,9	0,0033
Poids de B_2O_3.........	0,0036,9	0,0032,1	0,0047

C'est-à-dire que pour une molécule d'anhydride borique, nous avons les quantités suivantes des molécules d'eau :

$$2\,{}^{3}/_{5}\,;\quad 3\,{}^{1}/_{2}\,;\quad 2\,{}^{5}/_{7}$$

et pour l'acide borique ordinaire nous avons :

	Calculé.		Obtenu.	
B_2O_3 :	56,45 %	60,49 % ;	55,35 % ;	53,75 %
H_2O :	43,55 %	32,51 % ;	44,65 % ;	41,25 %

Ces données ne sont pas absolument exactes attendu que mes expériences ont été faites avec des quantités minimes des substances en question et à cause de la difficulté qu'on éprouve à faire tous les dosages de l'eau de cristallisation dans l'acide borique. Mais malgré cette inexactitude, il me semble qu'il est possible de proposer pour les cristaux la formule :

$$B_2O_3 + 3H_2O = 2B(HO)^3.$$

Mes analyses ont été faites aussi au moyen de l'appareil fig. 3 : l'embouchure du cylindre était fermée par un bouchon de caoutchouc vulcanisé, muni d'une ouverture, dans laquelle était enchâssé un petit tube en platine *ab* (fig. 7). Le tube est représenté ici dans sa grandeur naturelle. C'est une petite lame de platine roulée

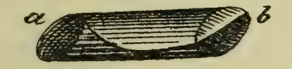


Figure 7.

simplement sur une baguette de verre. Après chaque expérience elle était déroulée et nettoyée. Un de ses bouts *b* est aplati. Dès que la température du bain d'air devenait fixe, j'introduisais ce tube[1] dans l'ouverture du bouchon *mn* (fig. 3) par son bout *a* (fig. 7). Lorsque le tube s'était presque rempli de cristaux, je le plaçais dans un creuset en platine (avec lequel il avait été pesé avant l'expérience), je le pesais et, après l'avoir calciné (dans le même creuset), je le pesais de nouveau. De cette manière, j'ai trouvé toutes les données de l'analyse.

En faisant ces expériences, il faut avoir soin d'obtenir

[1] Le tube a été chauffé dans le même bain d'air.

des cristaux tout à fait homogènes. C'est là toute la difficulté.

Si le courant des vapeurs est très rapide, elles ne se saturent pas par l'anhydride borique et les cristaux ne se forment pas. Si, au contraire, il est très lent, et s'il permet à l'air atmosphérique du bain d'air de pénétrer par la crevasse *b* (fig. 7) en dedans du tube *ab*, les cristaux perdent alors une certaine quantité d'eau de cristallisation et en même temps leur homogénéité. L'analyse des cristaux obtenus à 140° m'a donné les nombres suivants des molécules d'eau combinées avec chaque molécule d'anhydride borique :

$$1\ {}^{1}/_{24}\ ;\quad {}^{9}/_{10}$$

Voici les données directes des analyses :

	I	II
Poids du creuset avec le tube vide........	9,7964	9,7959
Poids du creuset avec le tube plein de cristaux................................	9,8133	9,8029
Poids du creuset avec le tube plein de cristaux après calcination.................	9,8093	9,8014

d'où l'on obtient :

Poids des cristaux.........................	0,0169	0,0070
Poids de l'eau de cristallisation...........	0,0040	0,0015
Poids de B_2O_3..........................	0,0129	0,0055

Après la correction par rapport à l'entraînement de B_2O_3 par l'eau de cristallisation, nous avons les chiffres suivants :

Poids des cristaux..................	0,0169	0,0070
Poids de l'eau de cristallisation......	0,0035,7	0,0013,3
Poids de B_2O_3	0,0133,3	0,0056,7

Pour l'acide métaborique dont la formule est BO (HO) nous avons :

	Calculé.	Obtenu.	
B_2O_3	79,55 %	78,88 %	81,00 %
H_2O	20,45 %	21,12 %	19,00 %

Nous voyons donc :

1. Que la quantité de B_2O_3 entraînée par les vapeurs d'eau augmente avec l'élévation de la température.

2. Que les cristaux de B $(HO)^3$ et de BO (OH) placés dans une atmosphère de vapeur d'eau disparaissent, quoique ces vapeurs ne soient pas en mouvement.

3. Que l'acide borique (qui n'est volatil qu'à une température très élevée) entre à l'état gazeux en contact avec les vapeurs d'eau.

4. Qu'il forme une combinaison chimique avec ces vapeurs.

5. Que cette combinaison étant refroidie dégage des cristaux de B $(HO)^3$ et BO. OH.

Ces faits présentent une grande analogie avec la solution des corps solides dans les liquides, et je me crois autorisé à comparer l'entraînement de l'acide borique par les vapeurs d'eau à l'entraînement par un courant d'eau d'un corps solide, soluble dans l'eau. Admettant cette comparaison, nous devons conclure que tout ce qui facilite la solubilité de B_2O_3 dans la vapeur d'eau, doit aussi faciliter l'entraînement de B_2O_3 d'une solution aqueuse. Ainsi l'entraînement de B_2O_3 augmente avec l'élévation de la température, comme nous l'avons vu plus haut. Le phénomène de « l'entraînement » dépend évidemment de plusieurs autres agents : de l'action mécanique des molécules de l'eau qui s'évapore, de la rapidité de l'évapora-

tion, de la constitution moléculaire de la solution, de la force de cohésion qui se développe entre les molécules des substances dissoutes, etc.

On peut admettre que l'explication sommaire de l'entraînement de l'acide borique que je viens de donner, pourrait être appliquée aussi à l'entraînement d'autres substances.

Quoique l'entraînement des carbonates des métaux caustiques soit cent fois plus faible que celui de l'acide borique, la relation entre la quantité de sel entraînée et la concentration de la solution est la même, comme je m'en suis convaincu.

On peut exprimer la dépendance entre l'entraînement et la concentration, d'une manière graphique. Je prends les concentrations pour abscisses et l'entraînement pour ordonnées. O correspond à la solution saturée à 100°. La fig. 8 montre les courbes de l'entraînement de B_2O_3, K_2CO_3, Na_2CO_3.

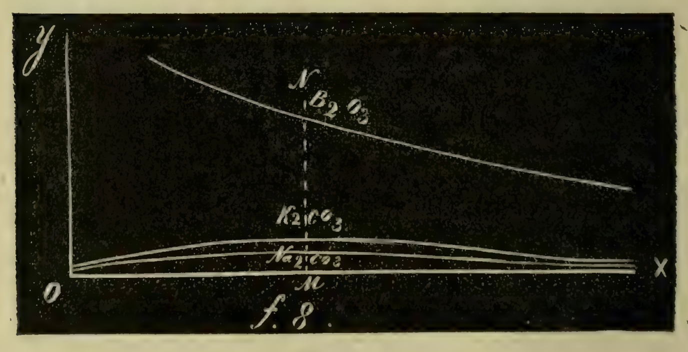


Figure 8.

Les parties des courbes à gauche de MN sont semblables.

Nous savons que bien souvent des phénomènes chimiques *insignifiants* quant à leur intensité et leur quantité jouent cependant un grand rôle dans la nature. La solubilité du carbonate de calcium est minime, et pourtant elle est la cause principale de la formation de chaînes entières de montagnes qui s'étendent sur des centaines de kilomètres. La solubilité du phosphate de calcium dans l'eau qui contient de l'acide carbonique est insignifiante. Les quantités d'ammonium, d'acide nitrique, d'ozone dans l'air atmosphérique sont insignifiantes aussi; mais qui ignore la grande influence de ces substances sur les phénomènes cosmiques?

M. le prof. Liubawine a eu la bonté de remarquer à l'occasion de ma « Note sur l'entraînement des carbonates des métaux caustiques, » présentée à la Société des naturalistes à Saint-Pétersbourg, que, dans le cas où mes observations viendraient à se confirmer, il faudrait considérer toutes les analyses des eaux faites jusqu'à ce jour comme inexactes.

Je n'ai assurément pas la prétention de donner à mes observations personnelles une valeur plus grande qu'elles ne le méritent, mais j'ai la ferme conviction que, comme l'a déjà indiqué le célèbre Liebig, les phénomènes de l'entraînement jouent en chimie un rôle des plus considérables et méritent une étude approfondie.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

MATHÉMATIQUES

CH. GALOPIN-SCHAUB. THÉORIE DES APPROXIMATIONS NUMÉRIQUES. Genève, Georg, 1884.

M. Galopin a réuni en un petit traité d'une cinquantaine de pages les règles principales qui permettent d'obtenir les résultats d'un calcul numérique avec une approximation donnée, ou inversement de déterminer l'approximation obtenue dans un calcul donné. Ce petit livre, rédigé à un point de vue essentiellement pratique, est clair, d'une lecture aussi facile que le sujet le comporte, et disposé de façon à rendre les recherches aisées. Ces qualités seront appréciées par toutes les personnes qui ont à s'occuper de calculs numériques plus ou moins compliqués, et qui trouveront dans le traité de M. Galopin un auxiliaire utile et commode.

C. S.

CHIMIE

H. GOLDSCHMIDT et E.-J. CONSTAM. BASES DE LA SÉRIE PYRIDIQUE DANS LE GOUDRON DE HOUILLE. (*Berichte*, XVI, p. 2976. Zurich.)

D'après les recherches de ces chimistes le goudron de houille renferme :

1° La pyridine bouillant à 114°-115°, et une combinaison moléculaire de cette base avec 3 molécules d'eau, bouillant à 92°-93°, qui paraît être la cespitine de Fritzsche.

2° L'orthométhylpyridine (α picoline) reconnue par oxydation sous forme d'acide picolinique fusible à 137°.

3° La lutidine identifiée par oxydation sous forme d'acide isonicotinique.

4° D'autres bases bouillant au-dessus de 130°, qui n'ont pas encore été étudiées.

E. Nægeli. Réactions de l'hydroxylamine. (*Berichte*, XVI, p. 2981. Zurich.)

L'hydroxylamine agit sur le camphre et produit la camphoroxime (*Archives*, XI, p. 195) qui est beaucoup plus stable que d'autres acétoximes (glyoximes); l'auteur a préparé son chlorydrate qui est une poudre blanche peu soluble dans l'eau ; son sel de soude, $C_{10}H_{16} = NONa$; l'éther éthylique qui bout de 208°-210° et l'anhydride de la camphoroxime $C_9H_{15} = C = N$ qui bout de 216°-218° (the printed formula joins C_9H_{15} and N by a bracket line).

En traitant le bromure d'amylène par l'eau, Niederist avait obtenu une substance qu'il considérait comme un oxyde d'amylène et qui n'aurait pas dû réagir avec l'hydroxylamine, Nägeli a obtenu cependant un dérivé isonitrosé bouillant vers 157°, identique avec l'isonitrosométhylisopropylkétone ; une étude attentive a prouvé que l'oxyde d'amylène de Niederist était de la méthylisopropylkétone ; la réaction de l'eau sur le bromure d'amylène a donc lieu suivant le schema :

$$\begin{array}{c} CH_3\ CH_3 \\ \vee \\ CH \\ | \\ C\,HBr \\ | \\ CH_2\,Br \end{array} + OH_2 = \begin{array}{c} CH_3\ CH_3 \\ \vee \\ CH \\ | \\ CO \\ | \\ CH_3 \end{array} + 2HBr$$

C. GRÆBE et PH.-A. GUYE. HYDRURES DE NAPHTALINE. (*Berichte*, XVI, p. 3028. Genève.)

La naphtaline traitée en tube fermé par le phosphore et l'acide iodhydrique donne suivant la température et les proportions théoriques employées de l'hexahydrure de naphtaline bouillant vers 200° ou du tétrahydrure de naphtaline bouillant vers 205°. Ces produits d'addition s'oxydent très rapidement à l'air. Il a été préparé les acides mono et bi-sulfonés du tétrahydrure. Le bi-hydrure de naphtaline ne se forme pas directement, mais bien par l'action du brome ou de l'iode sur le tétrahydrure; il fond vers 9° et bout vers 212°.

GÉOLOGIE

G. MERCALLI. L'ISOLA D'ISCHIA... L'ILE D'ISCHIA ET LE TREMBLEMENT DE TERRE DU 28 JUILLET 1883. Milan, Rebeschini, 1884.

M. le professeur Mercalli publie sous ce titre une étude étendue sur les phénomènes volcaniques et sismiques observés jusqu'ici dans l'île d'Ischia.

L'auteur examine d'abord la configuration géologique de l'île et la distribution des phénomènes volcaniques, tels que fumerolles et sources thermales; il fait ensuite l'historique des éruptions de l'Époméo et des tremblements de terre éprouvés par Ischia.

La seconde partie du mémoire est consacrée spécialement aux secousses de 1883. Comme le sujet l'exigeait, l'auteur y a rassemblé, examiné et attentivement comparé une foule d'observations de détail qui échappent forcément à l'analyse. Ce travail a conduit M. Mercalli aux conclusions suivantes :

1° L'histoire des éruptions et des tremblements de terre d'Ischia, en même temps que le grand nombre des fumerolles et des sources thermales que renferme cette île, mon-

trent que l'Époméo est un volcan, dont l'état actuel est semblable à celui du Vésuve avant 1631 et avant l'an 79 de notre ère.

2° Le tremblement de terre du 28 juillet a été le plus désastreux dont l'histoire fasse mention pour Ischia, bien qu'en somme il ait fait moins de mal que plusieurs tremblements de terre volcaniques de l'Italie.

3° Comme les autres tremblements de terre qui ont eu leur centre dans l'île même, il doit être considéré comme une secousse volcanique proprement dite, comme une tentative d'éruption.

4° Tous les grands tremblements de terre d'Ischia, depuis 1762, ont eu un même centre, situé à peu de profondeur, et voisin de Casa Menella; ce qui fait supposer que toutes ces secousses ne sont que des essais d'éruptions des laves de l'Époméo, commençant une fissure radiale de ce volcan. On peut craindre en conséquence que la période sismique, commencée en 1762, et qui a continué jusqu'à nos jours en s'accroissant d'une manière effrayante, ne prenne pas fin avant que le foyer de l'Époméo ne se soit ouvert par une éruption. Et celle-ci, lorsqu'elle aura lieu, se produira probablement le long de la fissure du Monte-Cito et de la Rita. Ces conjectures sont basées sur le fait qu'avant 1762 l'histoire ne signale pas de tremblements de terre à Ischia qui n'aient pas été suivis par une éruption. C. S.

G. MERCALLI. SULL'ERRUZIONE DELL'ETNA... SUR L'ÉRUPTION DE L'ETNA DU 22 MARS 1883. — SULLO STATO ATTUALE... SUR L'ÉTAT ACTUEL DES VOLCANS ACTIFS EN ITALIE. — *Atti delle Soc. ital. di Sc. nat.*, vol. XXVI et XXVII.

Dans ces deux mémoires, M. Mercalli donne la description des dernières éruptions de l'Etna, du Vésuve, du Stromboli, et de la Fossa di Vulcano. A cette description sont jointes quelques remarques plus générales sur le fait que les éruptions latérales consécutives de l'Etna et de beaucoup d'autres volcans se produisent presque toujours sur une même géné-

ratrice du cône de la montagne, ou bien sur deux génératrices opposées, comme si chaque éruption préparait plus ou moins la voie de l'éruption suivante.

L'auteur insiste aussi sur le synchronisme remarquable que l'on peut observer dans l'activité de ces divers volcans, et surtout de l'Etna et du Stromboli. Tous ont présenté une recrudescence d'activité aux environs de l'époque du tremblement de terre d'Ischia, que l'auteur, nous l'avons dit plus haut, considère lui-même comme une tentative d'éruption avortée.

C. S.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE GENÈVE

Séance du 3 juillet 1884.

H. Gosse, H. Fol. Obturateur photographique. — H. Fol et P. Dunant. Microbes contenus dans diverses eaux du canton de Genève. — H. Fol. Le képhyr, boisson fermentée russe.

M. le prof. Gosse, à propos d'un mémoire publié récemment par M. le prof. Fol[1], donne quelques renseignements sur l'obturateur photographique instantané, construit en juin 1881 par MM. Thury et Amey, à la demande de M. Lugardon. Cet ingénieux appareil présente une grande supériorité sur ce qui avait été fait auparavant, et a permis à M. Lugardon d'obtenir des épreuves, nettes et bien venues, d'animaux en mouvement, par exemple de chevaux au galop, etc., épreuves qui ont été l'objet de récompenses aux expositions de Bruxelles et de la Société photographique de la Grande-Bretagne.

M. H. Fol s'associe aux éloges donnés aussi bien aux photographies artistiques que M. Lugardon a réussi à faire avec un appareil à trépied, qu'à cet obturateur connu dans le

[1] *Archives*, mai 1884, t. XI, p. 517.

commerce sous le nom de MM. Thury et Amey (nom sous lequel il a figuré à l'Exposition de Zurich). Comme il l'a dit dans son mémoire, c'est ce dispositif qu'il a adapté à son appareil photographique destiné à des recherches scientifiques.

M. le Dr Dunant donne lecture du rapport que MM. Fol et Dunant ont adressé au Conseil administratif sur les expériences qu'ils ont faites sur les eaux de Genève, pour arriver à connaître les nombres relatifs de germes vivants qu'elles tiennent en suspension. Chaque expérience a porté à la fois sur plusieurs eaux puisées et ensemencées dans des conditions identiques. C'est donc sur les proportions qui résultent de chaque essai que MM. Fol et Dunant ont surtout fondé leur jugement quant à la pureté relative de ces eaux. Les chiffres absolus et les moyennes ont déjà moins de valeur parce que les procédés opératoires ont été modifiés et perfectionnés par l'expérience, et que les premiers essais ne sont, pour ce motif, pas absolument comparables aux derniers.

De toutes les eaux examinées, la plus pure, la moins chargée de germes vivants a été à peu près constamment celle du lac prise en dehors des jetées, et mieux encore celle qui a été prise dans le courant qui passe entre les jetées, à une certaine profondeur. La direction du vent n'est peut-être pas sans influence sur la pureté de l'eau du lac, en ce sens, que par une bise un peu forte l'eau du fond est moins pure que celle de la surface, tandis que par un vent fort, c'est au contraire l'eau du fond qui est la moins chargée de germes. Ce qui frappe surtout dans les bouillons ensemencés avec l'eau du lac, c'est que les troubles rapides et suspects sont très rares. La plupart des ballons ne présentent qu'après un temps très long de faibles végétations, composées de petits micrococques qui rampent contre la paroi de verre. Souvent aussi ce sont de simples moisissures.

Par contre, ce sont les eaux du port et celles qui ont parcouru les conduites de la ville qui présentent le plus souvent les formes suspectes de végétations bacillaires. Ces formes-là ne sont pas tuées, même par une ébullition prolongée pen-

dant dix minutes consécutives, comme l'a montré une expérience, faite avec de l'eau absolument impure, prise à l'embarcadère des petits bateaux, aux Eaux-vives. Si le nombre des microbes a notablement diminué à la suite de cette ébullition, l'aspect des cultures n'a pas été amélioré.

L'eau du Rhône, prise directement dans le fleuve, au voisinage de la prise d'eau, s'est montrée inférieure en qualité à celle du lac, mais le contraste entre cette eau et celle qui est récoltée soit aux machines hydrauliques, soit dans les fontaines de la ville, soit encore au réservoir du bois de la Bâtie, est très frappant. Il y a eu aussi des différences très grandes, mais probablement momentanées, entre les fontaines de divers quartiers, différences qui ne semblent explicables qu'en admettant des causes de contamination provenant des conduites.

L'eau d'Arve filtrée à travers un banc de sable, telle qu'elle est puisée par la machine de Vessy et celle qui a été récoltée dans le courant de la rivière ont semblé très différentes dans une première expérience. Mais cette différence ne s'est pas maintenue, du moins pas au même point dans les essais suivants. Il doit y avoir aussi, sous ce rapport, des influences temporaires; mais, en somme, l'utilité du filtrage paraît être minime.

Les moyennes des diverses expériences donnent un chiffre de 38 germes vivants pour l'eau du lac prise en dehors des jetées, 41 pour l'eau du Rhône, au milieu du courant, 44 pour l'eau du port, près de la pierre à Niton, 52 pour les eaux de Thoiry, 72 pour le réservoir de la Bâtie, plus de 100 pour l'eau qui a traversé les machines hydrauliques. L'eau de la fontaine de la place du Temple contenait le 29 mai plus de 125 germes par centimètre cube.

L'eau du port, près du quai des Eaux-vives, contenait un nombre de microbes probablement très supérieur à 125, et celle de la Seimaz, étudiée en sa qualité d'affluent de l'Arve, plus de 250.

Pour l'eau d'Arve non filtrée le chiffre a varié de 63 à plus de 125, pour l'eau d'Arve filtrée de 43 à 120.

Si les chiffres ne suffisent pas encore à justifier entièrement les préférences bien décidées des auteurs de ces expériences

pour l'eau du lac, cela tient à ce que leur jugement a été plus ou moins influencé par l'aspect des cultures. Sous ce rapport, l'on comprendra, du reste, qu'ils se tiennent sur la réserve jusqu'au moment où il aura été possible d'identifier avec certitude le bacille de la fièvre typhoïde.

M. Fol donne quelques détails sur le *Képhyr*, boisson résultant d'une fermentation particulière du lait, dont l'usage est répandu dans certaines parties de la Russie, et a été récemment introduit à Genève par M. Haccius.

Séance du 3 août 1884.

Alph. de Candolle. Étude statistique sur la couleur des yeux dans la race humaine. — L. Soret. Rapport de la Commission nommée pour l'étude du lac. Expériences sur la transparence de l'eau. — W. Marcet. Influence de l'altitude sur la respiration. — H. Fol. Microbes du choléra.

M. Alph. de Candolle communique les résultats de ses recherches statistiques sur la distribution et l'hérédité de la couleur des yeux chez l'homme [1].

Commission pour l'étude de la transparence du lac. — M. le professeur J.-L. Soret, au nom de la Commission, communique les résultats d'une série d'expériences préliminaires ayant pour but de déterminer à quelle distance la lumière peut se propager dans l'eau.

Une sorte de caisse en tôle, à l'intérieur de laquelle on place une lampe électrique ou telle autre source de lumière, a été disposée de manière à pouvoir s'enfoncer au-dessous de la surface de l'eau. Une fenêtre ronde de 20 centimètres de diamètre, fermée par une glace, permet la sortie du faisceau lumineux. Cette caisse a été fixée à l'un des piliers du pont de la machine hydraulique, près de cet établissement, afin de pouvoir utiliser la machine dynamo-électrique qui s'y trouve pour la production de la lumière électrique. Le faisceau de lumière horizontal était lancé perpendiculairement à la direction du pont. — Il va sans dire que les opérations

[1] Voir plus haut, page 97, le Mémoire de M. de Candolle.

ont eu lieu de nuit. Les observateurs se plaçaient en bateau dans la direction du faisceau, et recevaient la lumière par réflexion sur un miroir ajusté à l'extrémité d'une lunette d'eau plongée au-dessous de la surface. — Une corde tendue entre le pont de la machine hydraulique et le pont des Bergues, permettait, sans être trop gêné par le courant, de maintenir le bateau immobile à différentes distances de la source de lumière, distances que l'on mesurait à l'aide d'une ficelle tendue entre le bateau et le pont de la Machine.

Les expériences qui ont été faites ne peuvent être regardées que comme préliminaires, et elles devront être répétées en plein lac. En effet, outre la difficulté que le courant et certains obstacles opposaient à la manœuvre du bateau en cet endroit, l'infériorité des eaux du Rhône comparées aux eaux du lac au point de vue de la limpidité, et la clarté des becs à gaz des quais qui gêne un peu les mesures, ne permettent de considérer les résultats obtenus que comme un minimum. D'autre part, pour de premiers essais, la proximité d'une machine dynamo-électrique et la facilité de trouver des ouvriers prêts à aider aux opérations constituaient de précieux avantages [1].

Il a été fait quatre séries d'expériences auxquelles ont pris part la plus grande partie des membres de la Commission, assistés de M. Schmidtgen, chef d'atelier de la Société de construction d'instruments de physique, et de M. Corbaz, ouvrier électricien.—Elles ont été faites, après la fin du crépuscule, les soirs des 17 mai, 19 juin, 1er et 18 juillet. On a employé la lumière électrique (régulateur Burgin), tantôt sans lentille, tantôt avec une lentille de concentration rendant les rayons parallèles. Une mesure a été faite en employant une lampe modérateur à huile.

Lorsque le bateau portant les observateurs s'éloigne de la

[1] La Municipalité et l'Entreprise des forces motrices ont accordé le plus bienveillant concours à la Commission. Nous rappelons aussi que la Société auxiliaire des sciences et des arts lui a généreusement fait une allocation de 2500 francs pour pourvoir aux frais de ces recherches.

source de lumière, on observe, dans tous les cas, qu'à une distance variable suivant les conditions générales, on cesse brusquement de voir le point lumineux de la lampe. Cette distance que nous appellerons *limite de vision nette*, peut être mesurée avec assez de précision, car il suffit de s'écarter ou de se rapprocher de quelques décimètres pour voir disparaître ou réapparaître le point lumineux.

Mais lorsqu'on a atteint cette limite, on remarque que l'eau et les corps qui y sont plongés sont encore fortement éclairés par de la lumière diffuse : le miroir renvoie une proportion considérable de lumière vert bleu ; les avirons du bateau sont très visibles, même de loin. Si le bateau continue à s'éloigner, cette lumière diffuse persiste en s'affaiblissant jusqu'à une distance où l'on cesse de la percevoir. Cette nouvelle distance que nous appellerons *limite de la lumière diffuse*, est moins facile à déterminer ; on arrive toutefois à une certaine précision, en faisant intercepter le faisceau de lumière et en le faisant réapparaître de nouveau, tout en observant si ces alternatives peuvent être perçues avec le miroir.

Le tableau suivant contient les chiffres obtenus pour ces deux limites dans les quatre jours d'expériences.

	LUMIÈRE ÉLECTRIQUE				LAMPE MODÉRATEUR	
	avec lentille de concentration.		sans concentration.		sans concentration.	
	LIMITE		LIMITE		LIMITE	
1884	de vision nette.	de lumière diffuse.	de vision nette.	de lumière diffuse.	de vision nette.	de lumière diffuse.
	m	m	m	m	m	m
17 mai....			33	67		
19 juin....	21	43,80	17,35	? [1]		
1 juillet. .	23,60	46,85				
18 » ...	38,50	82,80	31,75	78,30	24,30	41,30

Il ressort de ces chiffres que dans tous les cas *la lumière diffuse se propage à une distance approximativement double de celle à laquelle on cesse de voir le point lumineux.* Nous avons

[1] La 4me mesure n'a pu être prise, par suite d'un dérangement du régulateur électrique.

été surpris de ce résultat, et nous ne nous attendions pas à ce que l'illumination de l'eau s'étendît beaucoup plus loin que la distance à laquelle on cesse de distinguer la lampe même. L'ensemble de ces faits ne peut, semble-t-il, s'expliquer que de la manière suivante. Ce sont les particules hétérogènes en suspension dans l'eau qui interceptent les rayons directs à peu près à la facon d'un écran; mais la lumière qui traverse ces particules, lesquelles ne sont pas opaques, ou qui est réfléchie et diffusée par elles, se propage irrégulièrement beaucoup plus loin. Le phénomène est analogue à celui que produisent les nuages ou les brouillards qui, sous une certaine épaisseur, interceptent la vue du disque du soleil, tout en laissant passer une grande proportion de lumière diffuse. Ainsi l'absorption proprement dite exercée par l'eau elle-même, ne joue pas le rôle prédominant; son influence n'est sans doute point négligeable, mais elle porte surtout sur les rayons rouges et orangés, et beaucoup moins sur les rayons plus réfrangibles.

Il est évident que, conformément aux lois de l'optique géométrique, si les particules en suspension sont assez nombreuses pour qu'aucun rayon partant de la source pour arriver à l'œil ne puisse passer sans en rencontrer une, on ne verra plus le point lumineux. Mais la limite de vision nette doit se produire déjà au travers d'une épaisseur de liquide moindre que celle qui serait nécessaire pour cette interception complète à la façon d'un écran plein. En effet, pour que la vision puisse se produire, il faut qu'il y ait une différence d'éclat *appréciable* entre l'image de la lampe et le fond éclairé par la lumière diffuse. En outre, il doit se produire, dans ces conditions, des phénomènes de diffraction de nature à troubler le phénomène.

Pour arriver à une idée plus nette de ce qui se passe, MM. L. Soret et Sarasin ont fait quelques essais de laboratoire, dont il convient de résumer brièvement les résultats afin de faciliter l'intelligence des expériences relatées ci-dessus. — Ils ont opéré sur de petites épaisseurs d'eau troublée par un précipité, tel que le chorure d'argent ou l'encre de Chine. Le liquide était placé dans un colorimètre permettant de faire varier la longueur de la colonne au travers de

laquelle on regardait un objet brillant. Ils ont ainsi reconnu les faits suivants :

1° L'épaisseur d'une eau trouble nécessaire pour empêcher la vision d'un corps éclairé ou lumineux par lui-même, que l'on regarde au travers de cette eau, varie avec la dimension du corps. Plus le corps est grand, plus la limite de la vision nette est considérable, sans qu'il y ait proportionnalité. Par exemple, dans une série d'essais faits en opérant avec des disques blancs en papier mince, de diamètre variable, éclairés par derrière à la lumière solaire, on a obtenu les chiffres suivants :

Diamètre du disque.	Limite de vision nette.
1mm	75mm
2,2	79,5
4,7	87
10,3	91
15,0	94

2° La limite de vision nette augmente aussi avec l'intensité de la lumière, mais bien moins rapidement que cette dernière. Ainsi toutes les autres conditions étant les mêmes, avec un disque de 4mm, 7 de diamètre, éclairé par de la lumière solaire plus ou moins affaiblie ou concentrée, on a trouvé une limite de vision de :

73mm pour une intensité 1 ;
101 » 400.

3° Comme on le savait déjà, les rayons les plus réfrangibles sont plus fortement interceptés par un milieu trouble que les rayons de courte longueur d'onde, en sorte que l'objet paraît jaune, orangé ou rouge quand on se rapproche de la limite de vision nette. Ainsi avec de grandes épaisseurs d'eau, l'absorption proprement dite de l'eau elle-même, absorbe les rayons rouges, tandis que les particules hétérogènes en suspension arrêtent principalement les rayons violets et indigo. Ce sont donc les rayons moyens du spectre qui sont transmis ; de là la teinte vert bleu observée.

Revenons maintenant aux expériences faites sur l'eau du Rhône, et aux chiffres qui ont été donnés dans le tableau de la page 160.

On remarque des différences considérables, suivant les jours d'observation, entre les chiffres obtenus pour la limite de vision nette aussi bien que pour la limite de lumière diffuse. Elles correspondent à des variations de limpidité de l'eau. Les 19 juin et 1er juillet l'eau était manifestement un peu trouble à la suite des vents du N.-E. (bise) qui avaient agité le lac. Les 17 mai et 18 juillet, l'eau était beaucoup plus claire. — Il est très probable qu'en plein lac on aurait observé des chifffres plus élevés[1].

Si l'on compare la limite de vision nette obtenue avec la lumière électrique, suivant qu'elle est ou qu'elle n'est pas concentrée avec une lentille rendant les rayons parallèles, on trouve une différence sensible mais faible; par exemple, 38m, 50 et 31m, 75 dans les mesures du 18 juillet. Cela s'explique parce que l'emploi d'une lentille de concentration a simplement pour effet d'agrandir l'image de la lampe sans en changer l'éclat (abstraction faite de l'absorption par la lentille même); c'est donc comme si l'on regardait un objet plus grand.

En employant la lampe modérateur, on a trouvé une limite de vision nette plus faible, mais non point dans le rapport de l'énorme différence d'intensité lumineuse; la distance est tombée à 24m,30. Il n'est pas possible d'établir une comparaison exacte avec le chiffre de 31m, 75, obtenu le même jour pour la lumière électrique, car, outre la différence d'intensité, il y a une différence de dimension du point lumineux et une différence de couleur[2].

Quant aux limites de la lumière diffuse, on ne remarque

[1] C'est ce que l'on peut conclure des premiers essais faits l'automne dernier par MM. L. Soret et Sarasin, avec la lumière de bougies brûlant sous l'eau, dans une lanterne de verre. Ils avaient obtenu 30m environ pour la limite de vision nette en plein lac, c'est-à-dire un chiffre plus fort que la distance de 24m 30 obtenue le 18 juillet avec la lampe modérateur qui, cependant, doit être supérieure aux bougies.

[2] Melloni, dans une expérience analogue, sur la Méditerranée, golfe de Naples, avait trouvé l'extinction pour une distance de 20m. Voyez *Archives*, 1847, t. V, p. 321.

pas non plus une grande différence, suivant qu'on emploie la lampe électrique avec ou sans lentille : 82^m, 80 et 78^m, 30 dans les mesures du 18 juillet. Cela résulte, pensons-nous, de ce que les rayons sont diffusés dans toutes les directions, de sorte qu'à partir d'une distance relativement faible de la source lumineuse, la concentration par la lentille cesse de se produire. Dans les deux cas on projette la même quantité de lumière qui, à un certain éloignement, se trouve disséminée à peu près de la même manière.

Il serait prématuré de déduire de ces expériences préliminaires des conséquences sur la profondeur à laquelle les rayons solaires doivent pénétrer dans l'eau, et sur d'autres questions analogues.

M. le Dr W. Marcet rapporte quelques résultats de travaux qu'il a entrepris sur le Righi pendant l'été 1883, au sujet de l'influence exercée par l'altitude sur la respiration. La quantité absolue d'acide carbonique expiré est en général plus élevée sur les hauteurs que dans la plaine, ce qui doit être attribué, apparemment, à l'abaissement de la température et à l'augmentation de l'appétit plutôt qu'à un effet direct de raréfaction de l'air. M. Marcet a reconnu, de plus, que le rapport de l'acide carbonique formé à l'air expiré augmente lorsqu'on s'élève ; c'est-à-dire qu'il faut respirer un poids d'air moins considérable sur la montagne que dans la plaine pour produire la même quantité d'acide carbonique. C'est probablement là la cause salutaire qu'exerce la montagne sur les maladies de poitrine. Ces résultats confirment ceux qu'il a obtenus précédemment.

M. Fol donne quelques détails sur le microbe auquel M. Koch attribue le choléra, et qu'il a eu l'occasion d'examiner sur des préparations venant de Toulon ; il insiste sur le fait que ces microbes sont très aisément visibles, et que, par suite, l'examen microscopique des déjections constituerait un procédé très facile pour distinguer le choléra des maladies analogues.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS DE

JUILLET 1884

Le 2, à 9 et 10 h. du soir éclairs au SSE. et à l'E.
3, depuis 3 h. 10 m. du soir tonnerres à l'O. et au NNO.; à 3 h. $^1/_2$ éclairs au NO. puis au N. Quelques gouttes de pluie à 4 h. 20 m. Les tonnerres cessent à 5 h. Eclairs à l'E. à 9 et 10 h. du soir. Hâlo lunaire à 10 h. du soir.
4, à 1 h. 15 m. du soir tonnerres au N.; à 9 h. du soir éclairs à l'E., au S. et au SSE.
5, hâlo lunaire à 9 h. du soir; à 10 h. du soir éclairs sur tout l'horizon, tonnerres au S.
6, depuis 8 h. 20 m. à 9 h. $^1/_4$ du matin tonnerres au S.; à 9 h. forte averse pendant 5 m.
7, à 7 h. du matin brouillard enveloppant.
8, vers 3 h. 45 m. du soir violent orage avec pluie torrentielle; grêle pendant 10 m. environ à partir de 3 h. 52 m. La grandeur des grêlons varie entre celle d'un petit pois et celle d'une noisette; leur forme est celle d'un trièdre à base sphérique avec une partie opaque au centre. L'orage se termine vers 4 h. 20 m. par quelques tonnerres lointains. La pendule électrique, placée au frontispice de l'Observatoire, s'est arrêtée à 3 h. 52 m. Un nouvel orage éclate vers 5 h. du soir; forte averse. Il est moins violent que le premier.
9, depuis 8 h. 30 m. du soir éclairs successifs à l'O., puis au NO. et au N.
10, à 1 h. 15 m. et à 1 h. 45 m. du soir tonnerres au SSO.
13, quelques gouttes de pluie à 7 h. $^1/_2$ du soir.
15, depuis 9 h. du soir éclairs à l'ONO., puis au NO. et au N.
16, de 11 h. 13 m. du matin à midi orage à l'O. et au S.; à 11 h. 40 m. averse pendant 5 m. De 4 à 5 h. du soir nouvel orage au S. A 9 h. du soir éclairs au S., puis à l'E. et au N.
17, de 7 h. 50 m. du soir à 9 h. éclairs à l'O., qui suivent ensuite le Jura; à 9 h. du soir tonnerres à l'O.; à 9 h. 45 m. forte pluie; à 10 h. éclairs sur tout l'horizon.
18, à 3 h. $^1/_2$ du matin fort coup de tonnerre au S.; depuis 9 h du soir éclairs à l'O., puis au NO. et au N.
19, à 1 h. $^1/_2$ du matin forte pluie; à 3 h. du matin éclairs et tonnerres au S.; éclairs au N. et au NO. à 10 h. $^1/_4$ du soir.
23, rosée à 7 h. du matin; éclairs à l'O. et au NNO. depuis 10 h. du soir.
24, à 6 h. $^1/_2$ du matin éclairs et tonnerres au S.; à 10 h. du soir éclairs au SSE. et au NNO.
25, depuis 10 h. $^1/_2$ éclairs au S. et à l'O.
27, faible averse à 11 h. du matin.
30, forte rosée le matin; couronne lunaire à 10 h. du soir.
31, forte rosée le matin.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 1er à 9 h. matin	731,06	Le 4 à 2 h. soir	725,04
6 à midi	731,37	10 à midi	722,22
14 à 10 h. matin	730,50	17 à 4 h. soir	722,73
19 à 11 h. soir	730,90	21 à 7 h. soir	728,10
23 à 1 h. matin	730,75	24 à 4 h. matin	726,05
26 à midi	731,52	27 à 10 h. soir	726,75
31 à 9 h. matin	732,59		

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Baromètre. Minim. observé au barogr.	Baromètre. Maxim. observé au barogr.	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation. Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation. Minim.	Fract. de saturation. Maxim.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nomb. d'h.	Vent dominant.	Nébulosité moyenne	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Écart avec la temp. normale	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°					mm.				°	°	cm
1	730,06	+ 2,70	729,18	731,06	+19,31	+ 1,09	+11,3	+26,4	575	—114	260	850	...	...	N. 1	0,03	+20,0	+ 3,1	141,7
2	728,46	+ 1,07	726,85	729,68	+20,88	+ 2,60	+12,7	+28,0	590	— 98	320	850	...	...	N. 1	0,13	20,4	+ 3,4	145,5
3	726,68	— 0,73	725,23	727,67	+20,96	+ 2,62	+14,2	+29,0	652	— 35	430	860	...	...	variable	0,48	20,9	+ 3,8	145,8
4	726,35	— 1,09	725,04	727,08	+21,11	+ 2,71	+14,1	+27,2	661	— 25	510	870	...	...	variable	0,68	21,0	+ 3,8	149,5
5	727,33	— 0,13	726,05	728,69	+23,86	+ 5,41	+16,5	+31,2	545	—140	280	810	...	...	variable	0,48	21,2	+ 4,0	149,8
6	729,85	+ 2,36	727,94	731,37	+19,41	+ 0,91	+16,6	+23,1	786	+101	660	920	3,8	1	variable	0,62	...	.....	152,0
7	727,68	+ 0,17	725,50	729,67	+18,84	+ 0,30	+11,9	+24,6	726	+ 42	440	940	...	...	NNE. 1	0,33	19,5	+ 2,1	157,7
8	725,47	— 2,07	724,19	726,13	+18,22	— 0,37	+13,2	+27,9	809	+126	520	1000	35,5	2	variable	0,52	19,8	+ 2,3	160,2
9	724,96	— 2,60	723,89	725,98	+20,84	+ 2,21	+14,0	+29,4	731	+ 49	420	1000	0,1	...	NNE. 1	0,75	21,6	+ 4,0	163,9
10	723,56	— 4,02	722,22	724,70	+18,93	+ 0,26	+15,9	+24,2	830	+148	710	930	4,6	4	variable	0,83	20,6	+ 3,0	163,5
11	724,86	— 2,74	724,25	726,08	+21,14	+ 2,44	+13,5	+27,6	715	+ 34	440	980	0,6	1	variable	0,63	20,4	+ 2,7	172,5
12	727,38	— 0,25	726,54	728,54	+22,48	+ 3,75	+14,7	+30,4	684	+ 4	480	940	...	...	variable	0,07	20,3	+ 2,5	171,6
13	728,94	+ 1,29	727,27	730,26	+25,99	+ 7,23	+18,0	+33,0	584	— 96	390	730	...	...	variable	0,10	...	.....	177,0
14	728,96	+ 1,29	728,10	730,50	+26,27	+ 7,48	+19,8	+32,7	526	—153	340	710	...	...	SSO. 1	0,17	20,0	+ 2,1	178,0
15	727,19	— 0,50	724,28	729,10	+24,19	+ 5,38	+18,3	+31,0	672	— 7	540	830	...	...	N. 1	0,62	20,2	+ 2,2	183,0
16	725,51	— 2,20	723,81	726,78	+24,06	+ 5,23	+18,7	+30,9	676	— 2	450	810	2,2	1	variable	0,38	21,0	+ 3,0	186,0
17	725,06	— 2,67	722,73	727,04	+23,83	+ 4,98	+16,0	+33,6	684	+ 6	340	940	3,4	2	variable	0,47	20,4	+ 2,3	191,0
18	728,26	+ 0,52	727,12	729,66	+23,33	+ 4,46	+18,2	+29,1	720	+ 42	540	910	3,1	2	S. 1	0,70	20,0	+ 1,9	195,2
19	729,26	+ 1,50	726,78	730,90	+17,39	— 1,49	+13,7	+20,8	846	+168	670	930	10,3	8	variable	0,85	20,9	+ 2,7	208,0
20	730,18	+ 2,40	729,52	730,86	+17,08	— 1,81	+12,6	+21,8	572	—105	350	820	...	...	NNE. 1	0,68	...	.....	208,0
21	729,01	+ 1,22	728,10	729,77	+17,64	— 1,25	+ 9,9	+25,0	661	— 16	410	870	0,2	1	OSO. 1	0,75	21,4	+ 3,1	211,5
22	729,46	+ 1,65	728,73	730,50	+19,88	+ 0,98	+14,4	+26,1	688	+ 11	440	1000	6,6	5	NNE. 1	0,23	21,4	+ 3,0	209,5
23	728,82	+ 1,00	726,21	730,75	+20,29	+ 1,39	+11,8	+27,6	668	— 9	460	960	...	...	N. 1	0,00	21,4	+ 3,0	214,4
24	727,19	— 0,65	726,05	729,02	+17,92	— 0,97	+15,5	+23,6	806	+128	600	940	14,4	12	variable	1,00	18,7	+ 0,3	208,0
25	726,95	— 0,90	726,11	728,58	+16,31	— 2,58	+13,2	+20,9	695	+ 17	500	900	0,6	1	S. 1	0,92	14,3	— 4,2	214,5
26	730,40	+ 2,54	729,08	731,52	+14,24	— 4,64	+ 9,8	+18,7	730	+ 52	450	1000	1,4	2	variable	0,65	12,3	— 6,2	213,5
27	728,74	+ 0,87	726,75	730,72	+12,64	— 6,23	+ 8,8	+18,3	822	+144	670	950	7,6	7	OSO. 1	0,98	...	.....	214,0
28	728,35	+ 0,46	727,23	730,17	+13,56	— 5,29	+ 9,9	+19,1	832	+153	670	980	3,3	3	variable	0,93	16,5	— 2,1	214,0
29	729,75	+ 1,85	728,97	730,49	+15,98	— 2,86	+10,3	+21,0	750	+ 71	540	1000	0,1	...	variable	0,38	16,5	— 2,1	212,4
30	731,19	+ 3,28	730,74	731,65	+17,49	— 1,33	+10,0	+23,3	735	+ 55	540	960	...	...	N. 1	0,28	16,7	— 2,0	212,8
31	731,63	+ 3,71	730,74	732,59	+18,70	— 0,09	+11,9	+25,1	739	+ 58	520	950	...	...	NNE. 1	0,23	18,1	— 0,6	209,2

MOYENNES DU MOIS DE JUILLET 1884.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
Baromètre.								
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	727,28	727,30	727,78	727,53	726,71	726,32	726,32	727,07
2e »	727,13	727,30	728,26	728,11	727,53	727,06	727,10	727,98
3e »	729,29	729,27	729,67	729,70	729,26	728,69	728,74	729,18
Mois	727,94	728,00	728,61	728,49	727,88	727,40	727,43	728,11
Température.								
	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+17,05	+15,11	+18,90	+21,68	+23,84	+23,70	+22,59	+19,03
2e »	+19,32	+17,79	+20,57	+23,86	+26,60	+27,09	+24,62	+20,76
3e »	+14,15	+12,36	+14,73	+18,74	+20,11	+20,36	+18,15	+15,70
Mois	+16,75	+15,00	+17,96	+21,34	+23,41	+23,61	+21,67	+18,41
Fraction de saturation en millièmes.								
1re décade	805	883	774	621	531	537	602	772
2e »	794	843	766	606	499	501	588	747
3e »	833	923	825	662	562	572	708	826
Mois	811	884	790	631	532	538	635	783

	Therm. min.	Therm. max.	Température du Rhône.	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0	0		mm	cm
1re décade	+ 14,04	+ 27,10	+ 20,55	0,48	44,0	152,96
2e »	+ 16,35	+ 29,09	+ 20,40	0,47	19,6	187,03
3e »	+ 11,41	+ 22,61	+ 17,73	0,58	34,2	212,16
Mois	+ 13,85	+ 26,15	+ 19,46	0,51	97,8	184,96

Dans ce mois l'air a été calme 4,8 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,65 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 9°,4 E. et son intensité est égale à 13,2 sur 100.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE JUILLET 1884.

Le 3, légère pluie vers 6 h. du soir.
4, assez fort vent vers 1 h. du soir.
5, assez fort vent vers 7 h. du soir.
6, pluie mêlée de grêle pendant 5 m. vers 11 h. du matin; éclairs et tonnerres au S. à la même heure.
8, éclairs et tonnerres à 7 h. du soir accompagnés d'un assez fort vent.
9, à 1 h. $^1/_2$ du soir quelques tonnerres à l'O.; à 3 h. du soir éclairs et tonnerres.
10, brouillard par un fort vent jusqu'à 1 h. du soir.
16, orages à 3 reprises : à 1 h. $^1/_2$, 3 h. $^1/_2$ et 5 h. du soir; chaque fois pluie pendant 10 m. environ.
17, pluie l'après-midi entremêlée parfois de grêle.
18, brouillard à 7 h. du matin; assez fort vent l'après-midi.
19, légère neige dans la nuit; brouillard à 10 h. du matin et 10 h. du soir; très forte bise l'après-midi.
20, forte bise tout le jour; brouillard depuis 4 h. soir.
21, forte bise tout le jour.
22, brouillard à 7 h. du matin et 7 h. du soir; assez forte bise le matin et dans l'après-midi.
25, brouillard toute la journée; légère grêle vers 9 h. du matin; forte bise l'après-midi.
26, neige dans la nuit du 25 au 26; forte bise tout le jour; brouillard jusqu'à 1 h. du soir et à 7 h. du soir.
27, forte bise le matin, fort vent l'après-midi.
28, brouillard tout le jour par une forte bise; neige dans la nuit du 27 au 28.
29, forte bise toute la journée; brouillard à 7 h. du matin et à 10 h. du soir.
30, forte bise toute la journée; brouillard depuis 7 h. du soir.
31, forte bise de 10 h. du matin à 4 h. du soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
Le 1er à 11 h. soir	571,42	Le 4 à 5 h. matin	569,04
5 à 11 h. soir	570,81	8 à 9 h. matin	568,01
9 à 8 h. soir	569,22	10 à 2 h. soir	565,05
13 à 10 h. soir	574,88	20 à 5 h. matin	566,07
23 à 11 h. soir	571,35	25 à 5 h. soir	564,17
26 à 11 h. soir	567,96	28 à 4 h. matin	563,60
31 à 9 h. soir	572,85		

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum. observé au barographe	Baromètre. Maximum. observé au barographe	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la température normale.	Température C. Minimum absolu.	Température C. Maximum des 6 observat.	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures.	Vent dominant.		Nébulosité moyenne.
	millim.	millim.	millim.	millim.	0	0	0	0	millim.	millim				
1	570,64	+ 2,77	570,09	571,42	+ 7,00	+ 1,60	+ 3,2	+11,1	.....	.....	....	NE.	1	0,18
2	570,46	+ 2,53	570,28	571,08	+ 8,98	+ 3,52	+ 6,0	+12,1	.....	.....	....	NE.	1	0,33
3	569,75	+ 1,77	568,99	570,82	+ 8,75	+ 3,23	+ 6,2	+12,4	.....	.....	....	NE.	1	0,53
4	569,49	+ 1,46	569,04	570,05	+ 8,18	+ 2,60	+ 6,0	+11,0	.....	1,0	....	NE.	1	0,75
5	570,21	+ 2,13	569,71	570,81	+ 8,33	+ 2,69	+ 6,2	+11,5	.....	1,8	....	NE.	1	0,75
6	570,49	+ 2,36	570,04	570,76	+ 6,85	+ 1,15	+ 4,5	+10,8	.....	9,2	....	SO.	1	0,75
7	569,00	+ 0,82	568,39	570,32	+ 7,63	+ 1,88	+ 3,5	+10,9	.....	.....	....	SO.	1	0,25
8	568,27	+ 0,04	568,01	568,76	+ 8,77	+ 2,97	+ 5,7	+13,9	.....	7,5	....	NE.	1	0,57
9	568,82	+ 0,55	568,12	569,22	+ 8,00	+ 2,15	+ 6,3	+12,6	.....	9,3	....	NE.	1	0,78
10	566,51	— 1,80	565,05	568,81	+ 5,88	— 0,02	+ 4,8	+ 7,9	.....	.....	....	SO.	2	0,80
11	567,30	— 1,05	566,00	569,21	+ 8,30	+ 2,35	+ 4,3	+12,6	.....	.....	....	NE.	1	0,32
12	570,86	+ 2,47	569,35	572,51	+10,80	+ 4,81	+ 7,0	+14,6	.....	.....	....	NE.	1	0,20
13	573,82	+ 5,39	572,64	574,88	+12,62	+ 6,59	+ 8,6	+16,5	.....	.....	....	SO.	1	0,22
14	573,48	+ 5,01	573,29	574,36	+12,68	+ 6,61	+ 9,8	+15,7	.....	.....	....	NE.	1	0,37
15	572,47	+ 3,96	571,80	573,41	+13,58	+ 7,47	+10,8	+16,3	.....	.....	....	SO.	1	0,52
16	571,01	+ 2,46	570,42	571,90	+12,35	+ 6,21	+10,6	+17,1	.....	35,0	....	SO.	1	0,73
17	570,79	+ 2,21	570,15	571,50	+10,43	+ 4,26	+ 9,0	+12,1	.....	9,0	....	SO.	1	0,78
18	570,94	+ 2,33	569,95	571,57	+10,85	+ 4,65	+ 8,8	+14,9	.....	2,4	....	SO.	2	0,68
19	568,26	— 0,38	567,06	569,90	+ 2,95	— 3,28	+ 0,5	+ 8,0	.....	11,5	....	NE.	3	1,00
20	566,95	— 1,72	566,07	567,54	— 1,18	— 7,44	— 2,2	+ 1,8	.....	.....	....	NE.	2	0,82
21	567,50	— 1,20	566,92	567,96	+ 2,78	— 3,51	— 1,2	+ 4,9	.....	.....	....	NE.	2	0,80
22	568,76	+ 0,03	567,74	570,65	+ 4,28	— 2,03	+ 2,4	+ 6,4	.....	.....	....	NE.	2	0,55
23	571,06	+ 2,31	570,75	571,35	+ 9,82	+ 3,49	+ 3,4	+13,6	.....	.....	....	NE.	1	0,07
24	569,62	+ 0,85	567,12	571,32	+ 5,17	— 1,48	+ 3,5	+ 7,4	.....	21,5	....	SO.	1	0,93
25	565,23	— 3,56	564,17	566,91	+ 0,65	— 5,72	— 1,5	+ 4,0	.....	.....	....	NE.	2	1,00
26	566,72	— 2,09	565,07	567,96	— 2,23	— 8,61	— 3,2	— 0,6	20	2,7	....	NE.	2	0,92
27	566,48	— 2,35	564,80	567,80	+ 0,48	— 5,91	— 2,0	+ 2,5	20	8,1	....	SO.	2	0,93
28	564,86	— 3,98	563,60	567,10	— 1,28	— 7,68	— 1,3	0,0	.....	.....	....	NE.	2	1,00
29	567,36	— 1,49	566,66	568,70	+ 0,98	— 5,43	— 1,5	+ 3,2	.....	.....	....	NE.	2	0,62
30	570,04	+ 1,18	568,65	571,41	+ 4,37	— 2,04	+ 1,0	+ 7,2	.....	.....	....	NE.	2	0,45
31	571,99	+ 3,12	571,15	572,85	+ 6,60	+ 0,19	+ 4,2	+10,5	.....	.....		NE.	2	0,23

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A MARTIGNY

pendant le

MOIS DE JUILLET 1884

Le 1er, assez fort vent du NNO. l'après-midi.
3, à 8 h. du soir hâlo lunaire.
4, tonnerre à l'O. à 3 h. 40 m. du soir; de 8 à 9 h. $^1/_2$ du soir hâlo lunaire.
5, tonnerres au NO. de 6 à 6 h. $^3/_4$ du soir; éclairs à 10 h. du soir.
16, tonnerres à l'O. et au NNO. de midi et demie à 1 h. $^1/_4$ du soir; nouvel orage de 3 h. $^3/_4$ à 5 h. 40 m. du soir au S. et au SO.
17, tonnerre à l'O. à 5 h. 35 m. du soir.
18, éclairs et tonnerres de l'E. au S. depuis 5 h. $^1/_2$ à 6 h. $^1/_2$ du soir.

Remarque. M. le prévôt Deléglise, contraint de faire plusieurs absences pendant les deux derniers mois, s'est vu privé en même temps de l'assistance de deux aides pouvant le remplacer. De là résultent des lacunes dans les observations dont il a bien voulu se charger. Ces lacunes pourront se présenter encore pendant les mois d'août et de septembre, après quoi notre obligeant coopérateur espère donner à ses tableaux la régularité habituelle.

La réduction des observations à la moyenne des 24 heures a été opérée comme il est indiqué dans le numéro de juin des *Archives;* ce mode sera employé chaque fois que des lacunes se présenteront dans les observations.

Jours du mois.	Baromètre.				Température C.				Fraction de saturation en millièmes				Pluie ou neige		Vent dominant.	Nébulosité moyenne.
	Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum des 6 observat.	Maximum des 6 observat.	Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum absolu.	Maximum des 6 observat.	Moy. des 24 h.	Écart avec la fraction normale.	Minim.	Maxim.	Eau tombée d. les 24 h.	Nomb. d'h.		
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°					mm.			
1	723,23	....	722,24	724,52	+21,20	....	+12,2	+27,6	589	.....	430	700	....	...	NNO. 1	0,10
2	721,53	....	720,30	723,47	+22,35	....	+13,5	+28,4	571	.....	360	730	....	...	ONO. 1	0,15
3	719,79	....	718,55	721,20	+23,00	....	+15,1	+31,0	612	.....	400	760	....	...	NNO. 1	0,43
4	719,97	....	719,00	720,87	+22,61	....	+13,5	+30,4	547	.....	380	730	....	...	NNO. 1	0,53
5	721,61	....	720,04	723,79	+22,28	....	+14,8	+29,6	602	.....	390	730	....	...	NNO. 1	0,65
6	723,77	....	723,48	724,07	+17,80	....	+15,3	+20,6	814	.....	680	940	7,0	...	NNO. 1	0,62
7	—	....	—	—	—	....	+11,1	—	—	.....	—	—	....	...	—	—
8	—	....	—	—	—	....	—	—	—	.....	—	—	....	...	—	—
9	—	....	—	—	—	....	—	—	—	.....	—	—	....	...	—	—
10	—	....	—	—	—	....	—	—	—	.....	—	—	....	...	—	—
11	—	....	—	—	—	....	—	—	—	.....	—	—	....	...	—	—
12	—	....	—	—	—	....	—	—	—	.....	—	—	....	...	—	—
13	—	....	—	—	—	....	—	—	—	.....	—	—	....	...	—	—
14	—	....	—	—	—	....	—	—	—	.....	—	—	....	...	—	—
15	720,82	....	719,11	723,12	+24,31	....	+15,9	+30,5	627	.....	370	810	....	...	NNO. 1	0,52
16	719,78	....	717,61	721,11	+23,85	....	+17,4	+33,0	706	.....	410	910	1,7	...	ONO. 1	0,65
17	718,65	....	717,21	720,09	+24,31	....	+16,4	+31,0	696	.....	550	820	1,6	...	NNO. 1	0,57
18	721,99	....	721,25	722,89	+20,91	....	+18,3	+26,9	816	.....	580	980	8,9	...	NNO. 1	0,63
19	—	....	—	—	—	....	—	—	—	.....	—	—	6,9	...	—	—
20	—	....	—	—	—	....	—	—	—	.....	—	—	....	...	—	—
21	—	....	—	—	—	....	—	—	—	.....	—	—	....	...	—	—
22	—	....	—	—	—	....	—	—	—	.....	—	—	....	...	—	—
23	—	....	—	—	—	....	—	—	—	.....	—	—	1,0	...	—	—
24	—	....	—	—	—	....	—	—	—	.....	—	—	3,1	...	—	—
25	—	....	—	—	—	....	—	—	—	.....	—	—	....	...	—	—
26	—	....	—	—	—	....	—	—	—	.....	—	—	....	...	—	—
27	—	....	—	—	—	....	—	—	—	.....	—	—	....	...	—	—
28	—	....	—	—	—	....	—	—	—	.....	—	—	....	...	—	—
29	—	....	—	—	—	....	—	—	—	.....	—	—	....	...	—	—
30	724,47	....	723,70	724,95	+18,31	....	+ 9,4	+24,4	677	.....	470	830	....	...	NNO. 1	0,23
31	724,84	....	723,99	725,94	+20,00	....	+11,4	+26,2	657	.....	510	820	....	...	NNO. 1	0,18

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — JUILLET 1884.

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade...	569,88	569,40	569,43	569,30	569,14	569,12	569,21	569,43
2e » ...	570,60	570,07	570,38	570,66	570,59	570,66	570,82	570,91
3e » ...	568,06	567,72	567,84	568,09	568,22	568,32	568,39	568,55
Mois	569,46	569,02	569,17	569,31	569,28	569,33	569,44	569,60

Température.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	0	0	0	0	0	0
1re décade...	+ 5,62	+10,53	+11,26	+ 9,20	+ 7,89	+ 6,73
2e » ...	+ 8,37	+10,46	+11,98	+11,22	+ 9,53	+ 8,67
3e » ...	+ 1,95	+ 3,72	+ 5,19	+ 4,64	+ 3,36	+ 2,58
Mois	+ 5,21	+ 8,09	+ 9,34	+ 8,23	+ 6,81	+ 5,88

	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade...	+ 5,24	+11,42	0,57	28,8	—
2e » ...	+ 6,72	+12,96	0,56	57,9	—
3e » ...	+ 0,35	+ 5,37	0,68	32,3	40
Mois	+ 3,98	+ 9,77	0,61	119,0	40

Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 2,41 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 57,0 sur 100.

LA

COURONNE SOLAIRE DE L'ÉTÉ DE 1884 [1]

PAR

M. F.-A. FOREL

Professeur, à Morges.

Des phénomènes étranges ont apparu au ciel pendant l'hiver de 1883 à 1884 [2], sous l'aspect de lueurs crépusculaires et aurorales, d'éclat, d'intensité et de durée extrê-

[1] Voir mes notes sur des phénomènes lumineux observés en Suisse autour du soleil, présentées à l'Académie des sciences de Paris, séances du 11 août et 1er septembre 1884. *Comptes rendus*, t. XCIX, p. 289 et 423.

[2] Les lueurs crépusculaires ont été observées dans la vallée du Léman du 25 novembre au 3 décembre, vers le 24 et 25 décembre 1883, du 11 au 25 janvier 1884. Je n'ai pas à discuter ici l'hypothèse qui les attribue aux cendres du volcan de Krakatoa, dans son éruption du 27 août 1883: les cendres portées dans les hautes régions de l'atmosphère auraient formé un nuage qui se serait promené successivement sur les diverses parties du globe. L'argumentation de M. N. Lockyer (*Times*, 8 décembre 1883) et de moi-même (Soc. vaud. sc. nat., séance du 18 décembre, *Gazette de Lausanne*, 28 et 31 décembre 1883) se base sur la succession évidente des apparitions lumineuses dans les diverses contrées de la terre après la grande éruption de Krakatoa, et sur la diversité des conditions météorologiques locales pendant les périodes de belles illuminations crépusculaires, qui empêche d'attribuer celles-ci à des faits atmosphériques ordinaires.

mes. Leur maximum a eu lieu dans les mois de novembre, décembre et janvier; mais s'ils ont cessé depuis lors d'éblouir le public attentif, ces apparitions lumineuses ont cependant continué à être visibles sous une forme réduite et sensiblement modifiée. A diverses reprises nous avons observé en Suisse des manifestations colorées que je voudrais rappeler rapidement. Ces phénomènes ont été aussi constatés dans diverses contrées de l'Europe; je ne parlerai ici que de ce qui a été vu dans notre pays.

Je signalerai ces apparitions lumineuses qui ont, pendant le cours de l'année 1884, succédé aux feux crépusculaires proprement dits, en les décrivant sous deux formes :

1° Sous la forme d'une couronne rougeâtre entourant le soleil dans un ciel serein. Le phénomène, quand il a tout son éclat, est fort imposant. Le soleil est immédiatement entouré d'un limbe blanc d'argent, très brillant, très éclairant, dont je pourrais comparer la lumière à l'éclat étrange de la première phase des feux crépusculaires de l'hiver dernier; lorsque le soleil est près du méridien, ce limbe d'argent présente souvent des teintes bleuâtres très évidentes. Le limbe est bordé d'une large couronne circulaire rougeâtre, aux limites mal définies, dont les teintes cuivreuses, orangées ou violacées, se fondent en dedans avec le limbe central, en dehors avec le bleu du ciel. Extérieurement au cercle rouge le ciel est bleu, mais, jusqu'à une assez grande distance du soleil, d'un ton plus sombre que le bleu normal; cet assombrissement de l'azur est évident lorsque des nuages blancs traversent le ciel; leurs teintes blafardes font ressortir le bleu foncé du firmament, qui prend alors des nuances d'un ciel orageux.

Il est fort difficile, par suite de l'indécision des limites, de donner des chiffres exacts pour le rayon de cette couronne rouge. Je l'ai mesurée les 22 et 23 août, au glacier du Rhône et au Grimsel, et lui ai trouvé approximativement :

Bord interne du cercle rouge		7—10	degrés de rayon
Milieu	»	12—15	»
Bord externe	»	18—22	»

Largeur de la couronne, environ 10 degrés.

Pendant que le soleil est ainsi entouré de cette couronne, son éclat est aussi brillant que jamais, son ombre est aussi nette, le ciel est aussi pur, aussi limpide, et rien ne semble altérer la transparence de l'atmosphère.

2° Sous la forme de teintes rougeâtres des vapeurs blanches. Lorsque le ciel est voilé de nuages légers, peu épais et qui, pénétrés par la lumière, forment un rideau blanc, ces brouillards se colorent de teintes rougeâtres, ou couleur fleur de pêcher, à une distance de 20 ou 30° (?) du soleil.

Ces deux apparitions sont probablement connexes; j'ai eu à diverses reprises l'occasion de voir, à la couronne du ciel serein, succéder les teintes rougeâtres des vapeurs blanches lorsque le soleil descendait vers l'horizon ou s'approchait de ces nuages légers.

Ces phénomènes optiques ont été constatés pendant tout le cours de l'année actuelle jusqu'à aujourd'hui (commencement de septembre) par divers observateurs; voici quelques notes sur ces apparitions.

La couronne solaire a été vue par M. Cellérier de Genève dans la première semaine de l'année; au mois de

février sur le Salève (alt. 1300^{m}) par M. Ed. Sarasin ; à diverses reprises dès les mois de mars et d'avril par M. le Dr M. Dufour de Lausanne. Cet observateur nous a fait remarquer le phénomène dans une excursion à Sainte-Croix (alt. 1100^{m}) à l'occasion de l'assemblée générale de la Société vaudoise des sciences naturelles, le 21 juin 1884.

Les teintes rougeâtres des vapeurs blanches ont été vues par moi-même et par d'autres, très fréquemment depuis le commencement de l'année.

M. le professeur J. Marguet de Lausanne a eu l'obligeance de me communiquer le résumé de ses observations à ce sujet pendant l'année actuelle.

Il a noté :

Janvier. 3, bande rouge au coucher du soleil. 9, auréole. 10, vive lumière rouge à 5 heures 10 s. 11, crépuscule rouge. 14, 16, 17, 23, auréoles. 31, belle aurore jaune.

Février. 4, teinte rosée. 19, faible lueur crépusculaire.

Mars. 13, vapeur roussâtre autour du soleil. 15, teinte rousse au couchant.

Avril. 2, auréole. 30, teinte roussâtre visible toute la journée.

Mai. 7, teinte roussâtre. 8 et 9, rougeurs crépusculaires. 13, teinte roussâtre nacrée. 17, couronne roussâtre, belle lumière crépusculaire. 19, auréole.

Juin. 18, teinte roussâtre. 24, teinte roussâtre très marquée. 28, rouge au couchant.

Juillet. 22, brillant crépuscule. 23, teintes roussâtres toute la journée. 29, crépuscule roussâtre.

Août. 1, auréole. 15 et 16, crépuscule très brillant.

21, auréole toute la journée. 22, crépuscule brillant. 28, crépuscule verdâtre. 30, anneau roussâtre. 31, auréole.

Ces apparitions ont donc été souvent visibles dans le cours de cette année, et nous nous sommes plusieurs fois posé la question : sommes-nous en présence de faits nouveaux et extraordinaires, ou bien ne sont-ce que des phénomènes normaux auxquels nous ne donnons attention que parce que notre intérêt a été éveillé sur ce point par les spectacles inusités des feux crépusculaires de Krakatoa? Aujourd'hui je suis en mesure de répondre à cette question, en raison d'observations plus continues, dans des conditions particulièrement favorables.

J'ai eu l'occasion de faire cet été deux voyages dans les Alpes : l'un à Saas-Fee, dans le Valais, du 22 juillet au 5 août, l'autre dans les Alpes bernoises, aux glaciers du Rhône, de l'Aar et de Grindelwald, du 18 au 26 août; j'ai dans ces deux voyages passé successivement des altitudes inférieures de notre plaine suisse, Morges au bord du Léman est à 380 m., aux altitudes supérieures des Alpes, à mille, deux mille, trois mille mètres et plus, et j'ai constaté que la couronne solaire, très pâle et peu évidente, que l'on ne voyait de la plaine que dans des circonstances très exceptionnelles, prenait dans les Alpes une intensité et un éclat bien mieux marqués. Au-dessus de mille mètres d'altitude la couronne apparaissait constamment chaque fois que le ciel était serein ; les teintes rougeâtres étaient évidentes chaque fois que le ciel était blanchi par des nuages à demi transparents.

La continuité de l'apparition de la couronne, pendant les 20 journées où j'ai été dans une altitude supérieure à mille mètres, a été incontestable; voici quelques dates

qui le prouveront. La couronne a été vue par moi-même et d'autres observateurs :

21 juillet. Gornergraat près Zermatt, altitude 3100 m. T. W. Backhouse[1].

22 juillet. Gornergraat. Backhouse. — Valais, alt. 500-600 m. F.-A. Forel.

23 juillet. Vallée de Saas, 650-1800 m. Forel. — Sand-Alp, Glaris, 1250 m. A. Bovet de Neuchâtel. — Kandersteg, Berne, 1170 m. Dr Tauscher de Presbourg. — Charmey, Fribourg, 900 m. A. Chaudet de Morges. — Crêt du Molard sur Montreux, 1700 m. E. Rambert, de Lausanne.

25, 26, 28, 29, 30, 31 juillet, 1, 2, 3, 4 août. Vallée de Saas, 1800 m. et plus. F.-A. Forel.

29, 30, 31 juillet, 1, 2 août. Gornergraat. W. N. Hartley[2].

2 août. Dent de Burgin près Brides, 2700 m. E. Sarasin.

11 août. Glacier de la Vanoise, 3500 m. E. Sarasin.

16 août. Breithorn de Zermatt, 4170 m. Dr M. Dufour, de Lausanne.

18 août. Valais, 500-600 m. Forel.

19, 20, 21 août. Glacier du Rhône, 2200-2800 m. Forel.

20, 21, 22 août. Grands-Mulets, Mer de glace de Chamonix. E. Sarasin.

22, 23, 24 août. Grimsel, 1880-2400 m. Forel.

24, 25 août. Grande Scheidegg, Grindelwald, 2040-1000 m. Forel.

[1] *Nature*, XXX, 360.
[2] *Nature*, XXX, 384.

D'après ces observations, nous pouvons dire que le phénomène était, dans cette période du moins, continu et non pas intermittent ou accidentel.

Pendant que la couronne solaire était visible dans les altitudes supérieures, elle ne l'était pas de la plaine ; cela résulte des faits suivants :

a. A la suite de mon voyage à Saas-Fee, je m'informai à l'Observatoire de Genève si, pendant que je constatais avec évidence le phénomène à la montagne, on en aurait aperçu quelque chose à la plaine. Il avait passé inaperçu à l'Observatoire de Genève.

b. Le 23 juillet, je télégraphiai de Saas-Fee au professeur Ch. Dufour, de Morges, le 22 août je télégraphiai du glacier du Rhône à l'Observatoire de Genève, en demandant de faire attention à la couronne que je voyais si brillante dans les Alpes du Valais. Malgré ces avis, mes correspondants ne purent rien constater ni à Morges ni à Genève.

c. Le 24 août, nous avons passé, mon ami le professeur Ed. Hagenbach-Bischoff, de Bâle, et moi, successivement dans la même journée, à des altitudes fort variées. Au départ du Grimsel, alt. 1800 m., dans la matinée, la couronne était splendide ; nous la vîmes pâlir et s'éteindre à mesure que nous descendions dans le Hasli. A Imhof, Innert-Kirchet, alt. 630 m., le rouge de la couronne n'était plus sensible. Mais à mesure que nous remontâmes de quelques centaines de mètres, la couronne reprit de nouveau de l'éclat. Aux chutes supérieures du Reichenbach, alt. 970 m., le rouge reparaissait, à Rosenlauï, alt. 1330 m., la couronne était fort belle ; à la Grande-Scheidegg, alt. 2040 m., le lendemain matin, elle était dans toute sa gloire. La disparition de la cou-

ronne à Imhof n'était pas le fait de l'heure de la journée, ou de la hauteur du soleil près du méridien, car aux glaciers du Rhône et de l'Aar nous avons vu, au milieu du jour, le phénomène aussi brillant que le matin et le soir.

La couronne, évidente dans la montagne, était donc masquée, affaiblie, pâlie dans la plaine ; cela correspond à l'observation de M. Antoine de Torrenté de Sion, inspecteur général des forêts du Valais, qui m'a affirmé avoir vu le phénomène, que je lui faisais admirer le 22 juillet, pendant tout le printemps et l'été, alors qu'il parcourait les montagnes de son canton.

La disparition de la couronne dans les basses altitudes provient probablement de l'illumination trop brillante des couches inférieures de l'atmosphère par suite des poussières qui l'obscurcissent. J'en ai la preuve dans l'apparition très nette de la couronne qui a été visible à Morges et à Genève [1] aux dates des 30, 31 août, 1 et 2 [2] septembre, par des journées d'une belle limpidité de l'air. Le 30 août, et surtout le 31 août, ont été des journées splendides dans lesquelles l'air a eu une transparence admirable ; plus l'atmosphère était limpide, plus la vue était nette sur les Alpes éloignées, plus aussi la couronne solaire apparaissait brillante dans le ciel serein.

Le phénomène n'est pas lié à des conditions météoro-

[1] La couronne a apparu le 30 août à Genève avec des dimensions plus considérables que celles que je lui avais trouvées dans les Alpes. Voici les chiffres que donne le *Journal de Genève* du 31 août :

Rayon interne de la couronne, 15°.
— externe — 25° à 30°.

[2] Le 2 septembre, la couronne a été vue superbe sur les névés du Titlis, alt. 3239 m. *Journal de Genève* du 7 sept. 1884.

logiques spéciales. Sans parler des autres époques de l'année où les apparitions n'ont pas été constatées d'une manière suivie, dans ce dernier mois où je les ai observées continuellement, nous avons eu en Suisse tous les états météorologiques possibles. Je le montrerai en indiquant aux dates principales la position des centres de minimum et de maximum barométrique en Europe :

	Cyclones.	Anticyclones.
21 juillet.	—	France.
23 »	Nord de l'Écosse.	Suisse.
26 »	Moscou.	Golfe de Gascogne.
28 »	Hollande. — Rome.	Atlantique.
30 »	Danemark. — Turquie.	France.
2 août.	Nord de l'Irlande.	Alger.
5 »	—	Centre de l'Europe.
11 »	Angleterre. — Suède.	Suisse.
16 »	Écosse. — Grèce.	Danemark.
18 »	Angleterre.	Hongrie.
20 »	Prusse. — Sardaigne.	Atlantique.
22 »	Sud de l'Adriatique.	Mer du Nord.
25 »	Portugal. — Norvège.	Suisse. — Irlande.
31 »	Écosse.	Espagne.
1 septembre.	Irlande.	Italie.

Avec des répartitions aussi différentes dans la pression atmosphérique, nous avons été dans les Alpes sous l'influence alternative de courants d'air venant de tous les points de la rose des vents, nous avons été soumis successivement à des vents chauds et à des vents froids, l'humidité de l'air a tantôt été forte, tantôt faible; nous avons eu la neige à la Furka et le föhn à Grindelwald. Presque

toutes les conditions météorologiques de la saison ont été représentées, et cependant le phénomène a toujours été visible quand le ciel était serein. La couronne que je décris n'est donc pas liée à l'état météorologique de l'air, dans ses couches inférieures du moins.

Les dimensions que j'ai données ci-dessus à la couronne qui mesure environ 15° de rayon sont bien loin de celles du cercle du halo de 22°. Le limbe intérieur à la couronne est brillant, et non sombre comme celui du halo. Le phénomène optique qui nous occupe n'est donc pas un halo; c'est bien une couronne.

Cette couronne n'est donc pas un phénomène de réflexion sur des cristaux de glace, à angles définis; c'est un phénomène de diffraction sur des corpuscules ou poussières de dimensions assez uniformes pour donner lieu à une couronne simple.

D'après les lois générales de la production des couronnes, on peut déduire du diamètre de l'anneau coloré les dimensions des corpuscules qui en déterminent l'apparition. M. Ed. Hagenbach-Bischoff, qui observait avec moi la couronne solaire dans les Alpes bernoises, a fait le calcul dont il m'a obligeamment communiqué le résultat.

Il a admis que le diamètre du cercle rouge était de 25°; son rayon étant de 12° $^1/_2$, le diamètre des particules qui causeraient une telle couronne serait de $0{,}003^{mm}$.

On peut comparer ce chiffre avec ceux que Kæmtz a trouvés pour la grosseur des corpuscules qui engendrent les couronnes solaires et lunaires observées habituellement en Allemagne et en Suisse, couronnes dont le diamètre varie de 1°-4°; d'après ses moyennes, le diamètre de ces corpuscules serait :

en janvier	0,035^{mm},
en août	0,014^{mm}.

Les poussières qui causent la couronne actuelle seraient donc 4 à 12 fois plus petites que celles qui planent ordinairement dans l'atmosphère et y causent les couronnes habituelles. On peut donc les considérer comme étant relativement très minimes.

Ces poussières ne sont pas localisées dans les couches inférieures de l'atmosphère, car elles seraient davantage sous la dépendance des faits météorologiques; il n'y a pas lieu à penser à des poussières extra-atmosphériques. Il faut donc admettre qu'elles sont suspendues dans les couches supérieures de l'atmosphère.

Est-ce là un phénomène naturel normal, inaperçu jusqu'à cette année ? ou bien est-ce quelque chose d'extraordinaire ? La réponse à cette question n'est pas douteuse. Nous sommes en présence d'un fait extraordinaire. L'éclat de la couronne dans les hautes altitudes est tel, qu'elle est évidente même pour des personnes inattentives. Les amis qui l'ont admirée avec nous sont tous d'accord pour y voir un fait insolite. MM. Ed. Hagenbach, L. Rütimeyer, E. Rambert, F. Cérésole, W. Cart, E. Dutoit, L. Held, Ringier, tous naturalistes ou alpinistes, familiarisés avec les choses de la nature et des hautes Alpes, ont tous été frappés de la beauté et de l'éclat de ce phénomène anormal.

En résumé : Nous avons observé en Suisse, dans le cours de cette année 1884, un phénomène optique extraordinaire, caractérisé par une couronne rougeâtre

de grand diamètre, entourant le disque du soleil (et par une teinte rougeâtre des nuages blancs). Cette couronne a été vue depuis le commencement de l'année. Dans les mois de juillet et d'août elle était un fait constant. Visible dans les hautes altitudes chaque fois que le ciel est serein, elle disparaît le plus souvent dans la plaine, masquée probablement par l'illumination des couches poussiéreuses inférieures de l'atmosphère. La couronne est vraisemblablement occasionnée par des poussières planant dans les hautes couches de l'atmosphère où elles sont à l'abri des variations météorologiques des couches inférieures. Ces poussières de dimensions assez uniformes doivent avoir environ 0,003^{mm} de diamètre moyen.

En l'absence d'autre explication immédiate, et jusqu'à meilleur avis, il semble permis de relier ce phénomène aux brillantes illuminations crépusculaires de l'hiver dernier, et d'attribuer tous ces faits lumineux aux poussières volcaniques de l'éruption de Krakatoa du 27 août 1883.

DEUX LABORATOIRES ZOOLOGIQUES

SUR LE

LITTORAL MÉDITERRANÉEN DE LA FRANCE

PAR

M. Hermann FOL

D'année en année l'on voit s'accroître le nombre des stations zoologiques installées au bord de la mer pour faciliter les travaux des naturalistes. Pendant trop longtemps, la zoologie avait été privée des secours matériels que l'on prodiguait à l'astronomie et à la botanique. Aussi doit-on se féliciter de voir que l'importance fondamentale de cette science pour la biologie en général et celle de l'homme en particulier commence à être mieux comprise. L'on sent maintenant que cette dernière branche n'aura pas une base solide, tant qu'elle ne sera pas assise sur une étude approfondie des animaux inférieurs. Or la grande majorité des formes à l'organisation simple et primitive ne se trouve que dans la mer.

La multiplicité des lieux d'études présente-t-elle des inconvénients sérieux ? Il ne manque pas d'esprits chagrins qui craignent que les moyens financiers dont peut disposer la zoologie ne soient disséminés sur un trop

grand nombre d'endroits, que les forces ne s'éparpillent et ne produisent pas autant d'effet que si elles étaient toutes réunies en un faisceau. Il est évident en effet que si toutes les ressources financières se concentraient en un seul point, il deviendrait possible d'y accumuler des moyens d'investigation d'une plus grande puissance. Mais le résultat serait-il bien celui qu'on attend d'une pareille centralisation ? Nous en doutons très fort.

Nous accordons volontiers qu'il serait fâcheux de voir chaque zoologiste se créer une petite station à lui dans une localité choisie, non pas en raison de la richesse de sa faune, mais pour des motifs de commodité personnelle. A cet égard il serait facile de citer des exemples et de montrer que les craintes ne sont pas chimériques; nous nous associons de grand cœur aux critiques qui ont été faites de cette tendance fâcheuse, mais sans en exagérer l'importance. Les établissements fondés dans des localités mal choisies disparaîtront tôt ou tard et leur existence n'a, en somme, pas d'inconvénients si grands qu'il faille s'enrégimenter pour leur faire la guerre.

Je n'ai presque pas besoin de dire que je ne suis pas de ceux qui voudraient voir toutes les ressources dont peut disposer la zoologie maritime être réunies dans un seul vaste établissement central. Palais, caserne ou phalanstère, cette institution modèle ne nous sourit pas. A qui pourra-t-on confier sa direction ? Qui sera chargé d'en accorder ou d'en refuser l'entrée ? Sera-t-il ouvert à tout le monde sans distinction ou seulement aux personnes agréables aux gouvernements qui le subventionneront ? Le directeur sera-t-il lui-même un naturaliste dont l'accueil pourra subir l'influence de ses opinions personnelles sur les questions scientifiques, politiques et autres ? Ou bien

sera-ce un administrateur ne connaissant ni les savants ni la science et ses besoins ? Je n'insiste pas ; il est une foule de considérations que je m'abstiens d'aborder, car celles que j'ai mentionnées suffisent déjà amplement à montrer que nous avons tout avantage à disposer de plusieurs stations au lieu d'une seule.

La concurrence exerce une influence aussi salutaire dans cette branche que dans toutes celles de l'activité humaine. Pour maintenir leur place, les stations sont obligées de rivaliser dans leur libéralité envers les naturalistes, et les jeunes gens qui débutent dans la carrière scientifique sont assurés d'un traitement favorable ; s'il en était autrement, ils seraient quittes pour changer de localité. Sous le rapport des subsides, chaque établissement est obligé de veiller à leur bon emploi ; il ne peut élever indéfiniment des prétentions, motivées par des dépenses de luxe, sous peine d'être aussitôt supplanté par ses concurrents.

Ces raisons sont déjà péremptoires ; mais, dans un autre ordre d'idées, il y en a de tout aussi fortes qui plaident en faveur de la multiplicité des stations zoologiques. L'ensemble des animaux varie considérablement suivant les localités. D'abord entre l'Océan et la Méditerranée, la différence est profonde et les points communs sont peu nombreux. Comme station d'été, pour la pêche à marée basse dans les grandes étendues de grèves et de rochers que la mer abandonne par moments, Roscoff a acquis une juste célébrité. Personne n'a visité le bel établissement que M. de Lacaze-Duthiers a créé dans cette localité et qu'il s'occupe sans cesse d'améliorer, sans un vif sentiment de gratitude pour son éminent fondateur.

Sur les bords de la Méditerranée, l'absence des marées

oblige à employer d'autres moyens de capture. La pêche des formes errantes avec le filet de mousseline joue ici un plus grand rôle et les animaux fixés ou rampants sur le sol doivent être poursuivis à l'aide des dragages. Le calme et la constance du niveau de l'eau favorisent singulièrement la navigation. Ce sont là des points communs à toutes les stations méditerranéennes ; mais à part cela, quelle diversité de milieux et de faunes ! Quelle différence entre les habitants des rochers calcaires et des plaines profondes des environs de Villefranche, les terrains volcaniques de la baie de Naples, les fonds accidentés de Banyuls, les canaux et les lagunes de Cette ! Messine a seule le privilège de réunir tous ces avantages, mais son climat et son éloignement lui font préférer des localités plus commodes.

La faune pélagique devrait, semble-t-il, être la même partout, puisque les vents et les courants entraînent malgré eux les animaux flottants, tantôt dans un sens tantôt dans l'autre. Il n'en est rien cependant ; l'abondance des salpes et des siphonophores dans la rade de Villefranche est devenue proverbiale, tandis que Banyuls et Naples jouissent d'une plus grande variété de formes parmi les Mollusques et les Annélides pélagiques. Malgré les perturbations amenées par le caprice des courants, ces différences sont en somme assez constantes.

La diversité dans les usages et les méthodes de recherche et de capture entre les diverses stations n'est pas moins grande. Dans tel endroit, le jeune naturaliste est plus ou moins obligé de prendre part à la pêche. Le temps qu'il consacre à cet objet n'est perdu ni pour sa santé, ni pour la connaissance qu'il acquiert des mœurs et de l'habitat des animaux dont il s'occupe. Ailleurs, il

reçoit directement des mains de pêcheurs tout ce dont il a besoin et il peut alors consacrer tout son temps aux études anatomiques. Chacun de ces systèmes a ses avantages incontestables, mais il est utile de les avoir pratiqués l'un et l'autre.

Il est enfin des considérations matérielles et personnelles qui ne manquent pas d'importance. Certaines stations jouissent d'un climat irréprochable, d'autres laissent à désirer sous le rapport de la salubrité. Quelques-unes sont installées dans des localités où la vie est fort chère, d'autres dans des endroits où les moins fortunés peuvent faire encore des économies. A chacun de choisir ce qui lui convient.

Sous le rapport du régime intérieur, les stations se divisent en deux catégories : les unes sont nationales, entretenues par un seul gouvernement et plus spécialement destinées à ses ressortissants, les autres sont internationales, c'est-à-dire subventionnées par plusieurs pays, en échange d'un nombre déterminé de places de travail qui sont à la disposition des gouvernements respectifs.

La première catégorie comprend les stations de Trieste, entretenue par le gouvernement autrichien, et de Banyuls fondée par le gouvernement français, grâce à l'initiative de M. de Lacaze-Duthiers. Les stations internationales sont celle de Naples, créée par le prof. Dohrn, et celle de Villefranche sur mer.

En parlant des stations nationales, je n'entends pas dire que ces établissements ne soient ouverts qu'à leurs nationaux. Bien au contraire, car l'on sait avec quelle aimable prévenance et quelle libéralité nos compatriotes sont reçus dans les stations françaises de Roscoff et de Banyuls. L'accueil que l'on y trouve ne le cède en rien à

celui des stations internationales. Les personnes qui ont fait appel à l'hospitalité de l'Autriche à Trieste m'en ont fait les plus grands éloges. La principale différence est que, dans les unes le naturaliste se présente comme hôte et comme invité, dans les autres il entre de droit comme un voyageur dans un hôtel.

Il y a aussi cette autre différence que dans les stations internationales on ne rencontre guère que des naturalistes expérimentés, tandis que les stations nationales sont généralement en relation avec tel ou tel établissement d'instruction supérieure et donnent asile à un certain nombre de jeunes naturalistes débutants; de plus, les premiers faisant payer les places à plusieurs gouvernements ont un budget plus considérable et sont en état de fournir des facilités plus grandes, surtout sous le rapport du service et des ressources bibliographiques.

La quote part réclamée par les stations internationales aux gouvernements qui y participent varie du reste dans des limites très larges. Ainsi la station de Villefranche se contente du tiers de la somme qu'exige celle de Naples. De plus, la station de Villefranche ne réclame le payement intégral du prix de location que pour les saisons où la place est réellement occupée ; un particulier peut y louer une place pour une saison, à un prix incomparablement moins élevé que la somme que lui coûterait l'installation la plus modeste. A Naples, l'on n'admet que des baux de plusieurs années, sans déduction pour les époques où la table reste inoccupée, et à un prix inabordable pour de simples particuliers.

Ici surgit une autre question qui mérite bien quelque examen. L'État doit-il se contenter de fournir aux naturalistes les moyens de travail, ou doit-il encore subvenir à

leur entretien dans les endroits où la vie est coûteuse? S'il fournit aux jeunes gens l'occasion de faire valoir leurs talents et les moyens de faire leur carrière, doit-il encore les pensionner par-dessus le marché? En principe, la chose est pour le moins contestable. Cette prime offerte à ceux qui se vouent aux carrières scientifiques n'est admissible que temporairement, par mesure d'exception, dans les pays où l'enseignement supérieur est à créer et où il est urgent de produire en toute hâte quelques hommes de science. Elle peut avoir sa raison d'être pour le Japon, elle ne l'a pas pour la Suisse, où il y a moins de places que d'hommes dignes de les occuper.

En pratique, le système des pensions est absolument condamné. Ce genre d'encouragements n'a jamais produit les effets que l'on en attendait. L'État a quelques pensionnaires de plus, voilà tout. L'appât de l'argent se substitue à celui de la gloire scientifique et l'intrigue au travail honnête et sérieux.

Mais laissons de côté ces questions générales ; si intéressantes qu'elles soient, ce n'est pas ici le lieu de les discuter à fond et donnons plutôt quelques détails sur les deux stations les plus rapprochées de nous et qui font l'objet de cet article.

La station de Villefranche sur mer est à 22 heures de chemin de fer de Genève en passant par Marseille. L'on y arrive presque aussi vite en passant par le mont Cenis et par Gênes. La station de chemin de fer et la petite ville sont sur l'un des côtés d'une rade, profonde et bien abritée contre tous les vents sauf ceux du sud. Une citadelle d'ancien style s'interpose entre la ville d'une part, les casernes et les bâtiments de la marine d'autre part qui bordent un petit port absolument abrité que l'on nomme

la Darse. C'est sur le bord de cette Darse qu'est situé le bâtiment de la station.

Au début, le laboratoire de Villefranche était une entreprise particulière. Cédé plus tard au Gouvernement français, ce laboratoire devint une station officielle et M. le Dr J. Barrois, bien connu par ses travaux sur l'embryogénie des Bryozoaires et des Némertes, en fut nommé directeur. Après diverses péripéties, l'on se disposait à élever un édifice spécial pour recevoir le laboratoire, lorsque le Gouvernement russe consentit à lui céder la jouissance d'un bâtiment spacieux qu'il possède au fond de la Darse. En même temps, la Russie a octroyé une somme suffisante pour faire les modifications d'aménagement, nécessitées par le changement de destination de cet édifice qui restait vide depuis que l'escadre russe avait cessé de venir mouiller pendant l'hiver dans la rade de Villefranche. Comme dimensions il répond à peu près à la station zoologique de Naples.

Une bibliothèque fort riche que M. Barrois est en train d'y transporter complètera un agencement qui ne laissera rien à désirer, et le Gouvernement français ayant accordé le secours d'un bateau à vapeur de l'État pendant la saison d'hiver, la faune pourra être explorée de la manière la plus efficace.

Cette faune est d'une grande richesse et très variée. La station zoologique de Naples est alimentée par toutes les parties du golfe depuis l'île d'Ischia jusqu'à celle de Capri. Grâce au bateau à vapeur, les environs de Villefranche depuis Cannes jusqu'à Bordighera vont être mis à contribution et les résultats des dragages que j'avais faits dans des conditions peu favorables ont été tels que l'on peut nourrir les plus grandes espérances quant à ceux que promettent des moyens plus puissants.

Le calme de la localité, le charme de son paysage, le voisinage d'une ville comme Nice, trop éloignée pour distraire du travail, mais assez rapprochée pour offrir des délassements lorsque le besoin s'en fait sentir, et surtout la parfaite salubrité du climat, tout concourt à faire de cette station un lieu tout particulièrement approprié à l'étude et d'où sortiront, nous en sommes certains, de nombreux et importants travaux.

La station de Banyuls (prononcez Banioulsse) s'élève à l'autre extrémité du littoral méditerranéen de la France, enveloppée par les contreforts des Pyrénées comme Villefranche l'est par ceux des Alpes. Le paysage est aussi beau, mais plus sévère, surtout depuis que le phylloxera est venu détruire la verdure des pentes couvertes de vignes.

Originairement, c'est à Port-Vendres que M. de Lacaze-Duthiers songeait à construire son nouveau laboratoire ; mais des difficultés inattendues firent donner la préférence à la localité voisine de Banyuls. A tout prendre, on n'a rien perdu au change, car la baie de Banyuls est plus vaste et presque aussi bien abritée que celle de la ville voisine.

Le bâtiment est à deux étages et fut construit tout spécialement pour servir de laboratoire; ses plans sont conçus avec une entente parfaite des conditions à remplir. Il s'élève au bord de la mer, à quelque distance de la petite bourgade et immédiatement en arrière d'une jetée qui défend l'entrée du port.

L'étage supérieur comprend une double rangée de chambres de travail, donnant toutes sur un même corridor. Chaque naturaliste a l'une de ces chambres à sa disposition et il y trouve un arrangement très pratique de tables et d'armoires avec tous les objets dont il a besoin.

L'extrémité du corridor s'ouvre sur une terrasse d'où la vue embrasse la mer, la baie avec les maisons de Banyuls étagées dans le fond et les sommets des Pyrénées. Un moulin à vent que la moindre brise suffit à mettre en mouvement fait monter l'eau qu'une conduite va puiser directement dans la mer, en dehors de la jetée, pour la déverser dans un vaste réservoir creusé dans le rocher contre lequel s'appuie le bâtiment. Du réservoir l'eau descend avec une pression suffisante dans les aquariums disposés dans les parois d'une vaste salle qui occupe la majeure partie du plain-pied.

C'est ici que le visiteur peut contempler à loisir les nuances aussi délicates que variées de tous ces êtres aux formes étranges. Dans cette eau pure et constamment renouvelée, ils se maintiennent en bonne santé et vivent fort longtemps. Le milieu de la salle est occupé par un jet d'eau, dans le bassin duquel une foule d'animaux se trou- à merveille et attendent, sans s'en douter, le moment où ils seront sacrifiés sur l'autel de la science. Avant de retourner à la mer, toute l'eau d'écoulement tombe encore dans un bassin, placé dans le sous-sol, et qui constitue encore un vaste dépôt d'animaux vivants.

Les chambres du personnel de service et les magasins pour les engins de pêche occupent le reste du plain-pied. Deux embarcations, l'une légère pour la pêche pélagique, l'autre plus solide pour les expéditions lointaines et les dragages, complètent l'outillage de cette station, l'une des mieux conçues et des plus engageantes que j'ai visitées. Sans superfluités et sans luxe inutile, le travailleur sérieux y trouve tout ce qu'il peut désirer sous le rapport de l'agencement et du matériel. Ajoutons que la faune riche et variée présente un caractère propre, différent de celui de la faune de Villefranche.

Les deux stations que je viens de décrire sont les seules qui soient actuellement terminées dans ces parages. Mais le littoral méditerranéen de la France en possédera peut-être tôt ou tard encore deux autres, qui sont projetées ou en voie de création, l'une à l'Endoume, près de Marseille, l'autre à Cette. L'une se justifie par la proximité d'une grande ville dotée d'une faculté des sciences, l'autre par la richesse et le caractère tout spécial d'une faune que l'on ne trouve guère ailleurs. Je ne puis entrer dans des détails sur des plans et des projets qui pourront subir bien des changements avant une exécution que nous souhaitons aussi prochaine que possible ; je me suis abstenu aussi de mentionner les améliorations et les développements que l'on a l'intention de donner aux stations déjà existantes. Je me suis borné à mentionner les avantages que présentent au naturaliste les stations actuellement en activité.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE

DE LA

FONCTION NUTRITIVE DES FEUILLES

PAR

M. Julius SACHS

EIN BEITRAG ZUR KENNTNISS, ETC.[1]

Dans une série de travaux publiés de 1862-1865, M. Julius Sachs a donné un essor tout nouveau à la théorie de l'assimilation dans les plantes, fondée par Ingenhousz, Senebier et Théod. de Saussure. Il établit que la faculté de décomposer l'acide carbonique n'appartient pas à la cellule tout entière, mais aux seuls grains de chlorophylle, et démontra que le premier produit visible du travail assimilateur n'est autre, le plus souvent, qu'un hydrate de carbone, l'amidon. Cette découverte forme la base de nos connaissances actuelles sur la création de la substance organique par les végétaux.

Tout dernièrement encore, M. Sachs vient d'ajouter un

[1] *Arbeiten des bot. Instituto in Würzbourg*, vol. III, p. 1. 1884.

chapitre important à ses précédents travaux en montrant l'énergie remarquable du travail chimique des feuilles. A côté de leur haut intérêt scientifique, les résultats du savant physiologiste de Würzburg sont de nature à attirer l'attention de tous et finiront peut-être par exercer une notable influence sur certaines pratiques agricoles. Aussi nous permettra-t-on d'essayer de présenter aux lecteurs français un rapide aperçu du mémoire de M. Sachs.

Au lieu d'analyser par voie eudiométrique la quantité d'oxygène rendue libre par la décomposition de l'acide carbonique, méthode suivie de préférence par les anciens physiologistes, M. Sachs mesure l'intensité de l'assimilation par la somme du carbone fixé par la plante sous forme d'amidon. Et pas n'est besoin pour cela d'une minutieuse étude microscopique des tissus. M. Sachs veut arriver plus vite à son but et procède de la manière suivante.

Les feuilles à analyser, provenant toujours de plantes vigoureuses et croissant en plein air, sont plongées d'abord pendant dix minutes environ dans de l'eau bouillante. Les cellules sont naturellement tuées, certaines substances solubles extraites; mais l'amidon, réduit à l'état d'empois, reste dans l'endroit précis où il a été formé. Puis il s'agit d'enlever la chlorophylle, ce qui s'opère rapidement à l'aide d'alcool concentré et chauffé à une température de 50° à 60°. Ainsi traitées, la plupart des feuilles deviennent absolument blanches, et il suffit de les plonger pendant quelque temps dans une solution d'iode pour voir apparaître la réaction bien connue de l'amidon. Placées ensuite dans une assiette remplie d'eau, les feuilles ont une coloration dont l'intensité varie du bleu noirâtre au

noir métallique, suivant la quantité d'amidon contenue dans les tissus.

Cette méthode macroscopique, appelée par l'auteur *Jodprobe* (épreuve par l'iode) donne des résultats rapides et sûrs, et permet ainsi la comparaison d'un grand nombre de feuilles différentes [1].

M. Sachs veut-il étudier les variations du contenu d'amidon dans une même feuille, il en coupe d'abord un fragment ou l'une des moitiés latérales, en ayant soin d'épargner la nervure médiane, puis examine tout de suite leur richesse en amidon. Quelques heures plus tard c'est le tour de l'autre moitié de la feuille. Enfin, dans d'autres séries d'expériences, l'auteur compare aussi différentes feuilles voisines de la même plante.

Prenons les feuilles panachées d'une plante quelconque, de *Phalaris, Coleus, Acer Negundo,* par exemple, et soumettons-les à la « Jodprobe ; » nous verrons apparaître la réaction noire *exclusivement aux endroits précédemment colorés en vert*; brillante démonstration du fait que la chlorophylle seule est capable de produire l'amidon. Cette expérience se laisse facilement répéter dans le cours d'une leçon, sous les yeux des élèves.

Qui se serait douté que la composition chimique des

[1] Voici la liste des plantes étudiées par M. Sachs :

Helianthus annuus,
Cucurbita Pepo,
Datura Stramon.,
Nicotiana Tabac.,
Tropaeolum majus,
Vitis Labrusca,
Beta Cycla,
Catalpa Bungei,
Ampelopsis quinqu.,
Aristolochia Sipho.
Phaseolus multipl.,
Humulus Lup.,
Solanum tuberosum,
Atropa Bell.,
Juglans regia,
Populus Simoni,
Æsculus Hippocast.,
Morus Alba,
Rheum off.

feuilles variât dans une abondante mesure entre le soir et le matin? C'est pourtant ce que viennent de démontrer, pour un grand nombre de plantes, les recherches de M. Sachs. La production d'amidon a lieu, on le sait, seulement sous l'influence de la lumière. A la fin d'une belle journée d'été, les feuilles sont absolument gorgées d'amidon. Dès le lever du soleil, les grains de chlorophylle ont travaillé activement à l'acquisition du carbone et en ont fixé une partie dans leur intérieur, en constituant l'amidon, tandis qu'une certaine quantité de l'hydrate de carbone produit était immédiatement redissous et transporté dans la tige. Mais avec le coucher du soleil cesse la décomposition de l'acide carbonique. Au contraire, la dissolution de l'amidon formé et son transport dans la tige continue toute la nuit, et cela avec une rapidité telle, que vers 4 à 5 heures du matin, les feuilles n'en contiennent plus une trace. La place est libre et l'apparition du jour voit recommencer le travail assimiliteur.

La rapidité avec laquelle s'effectue parfois la formation nouvelle d'amidon aux premiers rayons du soleil est très remarquable. Des feuilles qui, entre 4 et 5 heures du matin ne contenaient absolument pas d'amidon, donnaient déjà 2 à 3 heures plus tard, une réaction d'un noir métallique intense.

En général, cependant, par une température normale de 15° à 25°, l'assimilation suit une marche un peu moins rapide et plus régulière. Le dépôt d'amidon, peu abondant le matin, augmente progressivement pendant le cours de la journée pour atteindre, vers le soir seulement, son maximum de richesse.

La température de l'air et les conditions atmosphériques exercent, du reste, une influence sensible sur l'éner-

gie assimilatrice. Puis il faut compter aussi avec les différences spécifiques et individuelles que présentent entre elles les plantes observées ; certaines feuilles continuant à travailler activement, même par un temps froid, tandis que chez d'autres plantes la création et la dissolution de l'amidon subissent un ralentissement ou même un arrêt momentané. M. Sachs rapporte, à ce sujet, une foule d'observations intéressantes qu'il nous est malheureusement impossible de reproduire ici.

Cette remarquable activité chimique, cette rapidité de production et de dissolution de l'amidon se rencontre seulement, dit M. Sachs, chez les feuilles de plantes vigoureuses et croissant dans des conditions normales. Elle atteint son maximum principalement dans les plantes où de nouveaux rameaux, des fleurs ou du moins le corps ligneux, sont en train de se développer. Les substances produites dans les feuilles sont alors dirigées immédiatement vers les parties en croissance et servent de matériaux de construction pour les jeunes cellules. Il y a, en d'autres termes, un appel de la part des jeunes organes.

En revanche, il existe un état particulier d'immobilité (Starrezustand) où la plante, malgré une apparence de vigueur et de bonne santé, ne s'accroît que très faiblement ou pas du tout. Une production active de substance organique serait alors inutile. Les feuilles sont à peu près inactives et leur contenu immobilisé ne subit, pendant des semaines entières, pas de variations appréciables.

M. Sachs prouve ensuite, par diverses expériences, que le suc résultant de la dissolution de l'amidon voyage dans les nervures des feuilles, en passant d'abord des cellules vertes du mésophylle dans les fines ramifications

fibro-vasculaires dont le réseau délicat sillonne la feuille dans tous les sens; puis le courant se jette dans les nervures plus fortes pour s'écouler finalement dans la tige, par l'intermédiaire du pétiole.

La plus grande partie de l'amidon produit par les grains de chlorophylle est dirigée soit vers les organes en voie d'accroissement, soit dans les parties où s'emmagasinent les réserves nutritives destinées à la végétation du printemps suivant, par exemple les bulbes, les tubercules, les cellules parenchymateuses du bois. Une petite quantité d'amidon est déjà consommée sur place par les feuilles; elle alimente la respiration du protoplasma.

Plaçons une feuille au soleil, sous une cloche de verre, puis, à côté, un peu de potasse caustique chargée d'absorber l'acide carbonique de l'air. Aussitôt cesse naturellement toute assimilation, toute production nouvelle d'amidon. Mais l'hydrate de carbone formé précédemment se redissout avec une grande rapidité. Ainsi, dans une expérience, au bout d'une heure déjà, la presque totalité de l'amidon amassé pendant le cours des six heures précédentes, à l'air libre, avait disparu. Ce résultat si prompt était dû évidemment, ajoute l'auteur, à l'influence de la température très élevée qui régnait sous la cloche de verre, car si la dissolution avait lieu toujours avec une rapidité pareille dans les feuilles s'épanouissant normalement au soleil, il ne serait jamais possible de retrouver en elles de l'amidon, ce dernier étant alors redissous aussitôt que formé.

Par une chaleur modérée, la création de l'amidon, dans les plantes croissant à l'air libre, a lieu au contraire plus rapidement que la redissolution, et le contenu des feuilles augmente progressivement jusqu'au soir. Mais

plus la température de l'air s'élève, plus active devient aussi la disparition de l'amidon. Par de brûlantes après-midi d'été où le thermomètre annonçait 30° — 35°, M. Sachs fit à plusieurs reprises l'observation très intéressante que la richesse en amidon des feuilles de tournesol (*Helianthus annuus*) avait considérablement *diminué* depuis le matin même.

Mais une nouvelle question s'impose maintenant. Comment s'opère la dissolution de l'amidon? Sous quelle forme voyage le carbone dans l'intérieur des tissus?

Il est excessivement probable, d'après M. Sachs, que la plus grande partie de l'amidon se transforme, pour cheminer de cellule à cellule, en un corps chimiquement parlant très voisin, le *sucre*. A son tour le sucre peut se déposer de nouveau dans certaines cellules sous forme transitoire ou durable de grains d'amidon, ou bien encore se transformer en cellulose ou en d'autres substances, suivant les desiderata de l'organisme végétal.

Dans bon nombre de cas, on peut suivre directement dans les feuilles la transformation d'amidon en sucre. Nous devons entre autres à M. Müller-Thurgau des observations précises sur la marche de ce phénomène dans les feuilles de vigne. Mais, « so gut geht es nicht immer, » et l'on est parfois embarrassé de dire ce qu'il est advenu de la grande quantité d'amidon disparue des feuilles. L'étude approfondie de ce point promet certainement, ajoute M. Sachs, une riche moisson de résultats intéressants.

Nous ne savons du reste pas encore si la dissolution rapide de l'amidon dans les feuilles est déterminée par un ferment diastasique, ou due peut-être à une action chimique particulière des grains de chlorophylle. Une

chose cependant est certaine, et M. Sachs nous la démontre expérimentalement, c'est que l'amidon contenu dans les feuilles peut être saccharifié et extrait par l'adjonction artificielle de diastase.

Après avoir reconnu par la « Jodprobe » avec quelle rapidité remarquable s'opère, soit la production, soit la disparition de l'amidon ; comment une feuille peut être, le soir, gorgée du produit assimilé et n'en plus présenter de traces le matin suivant, M. Sachs remarque que ces mouvements actifs de substance doivent certainement se traduire par des variations notables du poids des feuilles.

L'énergie de l'assimilation dépend, d'après M. Sachs, bien plus de l'étendue de la surface verte exposée à la lumière que de l'épaisseur, c'est-à-dire de la masse des feuilles. Guidé par ce principe général, il se posa la question de la manière suivante : combien un mètre carré de surface foliaire d'une espèce végétale peut-il produire (ou dissoudre et éliminer) d'amidon pendant l'unité de temps et sous des conditions extérieures déterminées ?

La méthode de recherche, décrite minutieusement dans le mémoire, consistait en somme à découper, à différents moments de la journée, dans de grandes feuilles de tournesol, rhubarbe, courge, etc., des morceaux de superficie déterminée, à les tuer immédiatement en les exposant pendant quelques minutes à la vapeur d'eau bouillante (pour éviter la perte continue de poids due à la respiration), puis à peser avec toute sorte de précautions délicates ces fragments préalablement desséchés. Les morceaux à comparer furent pris en général aux mêmes feuilles ; le matin, par exemple, M. Sachs en coupait une moitié, tandis que l'autre, laissée intacte, fournissait le matériel d'analyse du soir.

Les résultats obtenus, contrôlés chaque fois par la « Jodprobe, » sont fort intéressants. Pendant le cours d'une heure du jour, des feuilles de tournesol, représentant une superficie de 1 mètre carré, subissent une augmentation de poids de 0,914 gramme. Pendant le même temps, 1 mètre carré de surface foliaire de *Cucurbita Pepo* gagne 0,68 gr.

En revanche, pendant une heure de la nuit, 1 mètre carré de surface foliaire de tournesol diminue de poids de 0,964 gramme.

Ainsi les feuilles sont en général plus lourdes le soir, plus légères le matin.

M. Sachs soumet ensuite les chiffres obtenus à une discussion très approfondie, et montre que l'augmentation de poids pendant le jour est loin d'exprimer véritablement la quantité d'amidon formée par les feuilles sous l'influence de la lumière. Nous savons, en effet, que les phénomènes de dissolution et d'élimination de l'amidon ne sont nullement interrompus pendant le jour; ils s'opèrent au contraire simultanément avec l'assimilation de substance nouvelle, et même avec d'autant plus d'énergie que la température est plus élevée[1].

L'augmentation de poids, calculée pour une heure du jour et un mètre carré de surface foliaire, nous donne ainsi seulement la quantité d'amidon formée pendant ce temps et restée intacte dans les feuilles. A cela il faudrait, pour

[1] Dans les feuilles coupées à leur base et placées quelque temps au soleil, le pétiole plongeant dans l'eau, l'amidon formé ne peut pas s'écouler et s'amasse peu à peu dans les tissus. M. Sachs constate dans ce cas que l'augmentation de poids pour une heure du jour est bien plus considérable que pour les feuilles laissées à la tige, ce qui confirme complètement ses vues sur l'écoulement diurne persistant de l'amidon dans les conditions normales.

connaître la valeur réelle du travail assimilatoire, ajouter le poids de la quantité d'amidon créée, mais aussitôt redissoute et disparue dans la tige, puis encore, pour être exact, la dépense respiratoire. Le nombre obtenu ne sera de plus strictement valable que pour l'espèce végétale et même pour les feuilles étudiées, pour les conditions de température, de lumière, etc., de l'expérience.

Après avoir exprimé toutes ces réserves dans une discussion étendue qui est un vrai modèle de précision et de logique scientifique, M. Sachs démontre que : un mètre carré de surface foliaire d'*Helianthus annuus* peut produire environ 25 grammes d'amidon pendant les 15 heures d'un jour d'été.

Enfin, pour avoir une idée de l'énergie assimilatrice d'une plante entière pendant un jour, M. Sachs mesura, en août, la superficie totale des feuilles d'un pied de tournesol et d'une plante de courge. *Helianthus*, avec 145 feuilles, offrait à la lumière une surface assimilante de 1,5 m. c.; la seconde possédait 116 feuilles mesurant ensemble 7,3 m. c. En un seul jour de 15 heures la plante de tournesol était donc capable de fabriquer 36 grammes d'amidon, tandis que celle de courge, avec ses feuilles puissamment développées, n'en produisait pas moins de 185 grammes.

Figurons-nous maintenant un arbre élevé, pourvu d'une belle couronne de grandes feuilles, un platane, un marronnier; quelle puissance doit atteindre chez lui la production totale de substance organique! combien de centaines de grammes d'amidon s'en vont journellement s'emmagasiner dans le tronc, pour être plus tard utilisés à leur tour au développement printanier des bourgeons, à la création d'une nouvelle couronne assimilatrice!

Dans un dernier chapitre, M. Sachs nous indique enfin un certain nombre de résultats pratiques et théoriques qui découlent des faits exposés dans son mémoire.

On sait que les feuilles d'un grand nombre de plantes sont récoltées soigneusement et trouvent un emploi déterminé dans l'agriculture ou l'industrie. Or il est évident, dit M. Sachs, que le matériel cueilli le matin possède une composition fort différente de celui récolté le soir, les feuilles étant en général, le matin, bien moins riches en amidon qu'à la fin de la journée. Ainsi l'époque de la récolte n'est certainement pas sans influence sur la valeur nutritive des feuilles de mûrier. La proportion relative d'alcaloïdes dans les feuilles de tabac, de thé, etc., doit être également plus forte le matin, alors que les feuilles sont dépourvues d'amidon.

L'auteur montre ensuite que l'on devra désormais tenir compte de la proportion variable d'amidon dans les analyses de cendres des feuilles. Ces organes doivent en effet contenir le matin une proportion relative plus grande de cendres minérales que le soir, et si l'on veut avoir des résultats strictement comparables, il faut récolter les feuilles de bon matin, alors qu'elles sont encore dépourvues d'amidon.

Le mémoire de M. Sachs nous livre ainsi, non seulement une foule de résultats nouveaux et du plus grand intérêt scientifique, mais encore il soulève un bon nombre de questions secondaires qui trouveront, espérons-le, leur solution dans des travaux ultérieurs. Le mérite était de montrer d'abord la marche à suivre, la méthode à employer dans des recherches semblables, de défricher en un mot ce champ fertile de la physiologie végétale.

Dr Jean Dufour.

ETUDE HISTORIQUE

SUR LE

DÉVELOPPEMENT DES NOTIONS FONDAMENTALES

RELATIVES A LA

PROPAGATION DE LA CHALEUR

PAR

M. Albert RIGGENBACH [1]

Quiconque aborde l'histoire d'une des branches de la physique, et compare entre elles les théories qui ont été successivement et généralement adoptées, éprouve d'abord l'impression que ces théories se sont complètement renversées les unes les autres, en bouleversant jusque dans ses fondements l'édifice de la science.

En chimie, par exemple, les changements furent parfois assez profonds pour faire disparaître jusqu'aux noms mêmes des choses que l'on étudiait. Sans doute le nombre des faits observés s'accroît de jour en jour, sans doute les conceptions théoriques gagnent constamment en certitude; mais gagnons-nous vraiment par là une vue plus profonde sur la nature des choses, et les représenta-

[1] Traduit de l'allemand. Bâle 1884.

tions des forces de la nature que nous nous forgeons actuellement, ne sont-elles pas destinées à être mises un jour de côté, comme vieillies et inexactes?

Si nous comparons seulement les opinions qui avaient cours à la fin du siècle dernier, avec celles qu'on adopte aujourd'hui, nous aurons peine à y reconnaître quelques éléments communs. On ne doutait pas, jadis, de la différence spécifique et absolue des agents qui produisent des impressions différentes sur nos sens, non plus que de l'identité de ceux qui agissent de la même manière. Tout ce qui impressionne notre œil ou notre oreille était de la lumière ou du son; on mesurait la pesanteur d'après l'effort de nos muscles, la chaleur au toucher, les forces chimiques des liquides et des gaz par l'excitation qu'elles produisent dans nos nerfs du goût et de l'odorat, et la nature semblait construite sur le même plan que l'homme.

Aujourd'hui, au contraire, tous ces agents ne sont plus que des apparences différentes d'une même force primitive. L'attraction peut produire du mouvement, le mouvement de la chaleur, la chaleur de la lumière, la lumière met en jeu les forces chimiques, celles-ci peuvent effectuer du travail mécanique, le travail mécanique peut engendrer de l'électricité, l'électricité du magnétisme, le magnétisme du son; bref, chaque agent peut être transformé dans les autres, et cela suivant des proportions définies. Les propriétés spécifiques des corps disparaissent de plus en plus de la physique, et se résolvent en combinaisons particulières de propriétés fondamentales plus générales. Même dans le domaine qui semble exclusivement soumis à la matière et à ses particularités, même en chimie, on reconnaît de plus en plus que les propriétés qui

semblaient autrefois caractéristiques des différents corps, sont liées aux différentes quantités de travail qui ont été dépensées dans la formation de ces corps et à celles qui y existent encore à l'état d'énergie potentielle. Ainsi l'on admet universellement aujourd'hui qu'un composé chimique est d'autant plus difficile à décomposer que sa formation a développé plus de chaleur. C'est un même agent que nous percevons comme lumière quand il frappe notre œil, et comme chaleur, quand il atteint les nerfs de notre peau. Il semble s'être produit une transformation complète dans toutes nos conceptions des forces naturelles. Cette transformation se manifeste jusque dans le mode de division de la science; celle-ci se décomposait autrefois en autant de chapitres distincts que nous avons de sens; actuellement elle se divise en deux théories : celle des mouvements de la matière pondérable et celle des mouvements de l'éther.

D'autre part il faut reconnaître que les vieilles théories, maintenant rejetées, de la chaleur, de la lumière, de l'électricité et du magnétisme, permettaient d'expliquer simplement bien des phénomènes, et d'en prévoir d'autres que l'expérience a vérifiés. Il fallait donc que ces théories renfermassent quelque chose de vrai, qui doit se retrouver encore dans nos idées actuelles.

L'histoire de la science ne serait donc pas une suite de catastrophes, mais bien une série de métamorphoses des représentations primitives. La science des siècles successifs ne serait pas séparée par des abîmes infranchissables mais s'enchaînerait par un développement continu dont il doit être possible de démêler les causes et les conditions.

Ainsi que Helmholtz l'a remarqué, toute explication suppose que les phénomènes de la nature résultent les

uns des autres par des lois déterminées et nécessaires. Lorsqu'une force agit en un point de l'espace, nous devons admettre que son action se transmet au milieu environnant d'une manière unique et déterminée qui ne dépend que de la nature de la force et de la nature du milieu. Inversement, si l'observation montre que le même agent peut se propager de diverses manières à travers le même milieu, nous devons conclure qu'il y a quelque différence cachée, ou bien dans le milieu, ou bien dans l'agent lui-même. On peut conclure aussi que si différents agents, tels que la chaleur, le froid, la lumière, se propagent de la même manière, il est probable que ces agents sont très voisins, et peut-être même réductibles les uns aux autres.

Ces axiomes jouent à peu près dans la physique actuelle le rôle que remplissaient, au temps des théories substantielles, l'hypothèse de la relation de nos sens avec les divers fluides dont on admettait l'existence.

Dans cette hypothèse, la transformation d'un agent dans un autre était incompréhensible, et l'on était conduit à supposer un fluide particulier comme cause de chaque groupe de phénomènes. Puis, lorsqu'un agent se manifestait dans des conditions qui semblaient devoir l'exclure, — dans le cas de la production de lumière qui accompagne le choc de deux silex, par exemple, — il fallait nécessairement que cet agent existât antérieurement dans le même lieu, sous une forme qui le rendît imperceptible à nos sens, c'est-à-dire à l'état latent. C'est ainsi qu'on attribuait aux combustibles une certaine quantité de lumière latente, qu'on appelait phlogistique, et aux liquides qui, en se solidifiant, abandonnent subitement de la chaleur, une certaine quantité de chaleur latente. De même comme pour les fluides électriques et magnétiques

opposés, qui sont censés exister en quantité indéfinie se neutralisant réciproquement dans les corps non électrisés ou non magnétiques.

Nulle part les théories substantielles n'ont donné d'abord d'aussi beaux résultats et ne se sont ensuite montrées aussi inadmissibles que dans le domaine de la chaleur. Nous avons donc cru trouver dans ce domaine un terrain favorable pour étudier la transformation des idées scientifiques, dont nous essaierons, dans les pages suivantes, d'exposer rapidement les points principaux.

§ 1. *Développement des notions de température, quantité de chaleur, chaleurs latente et spécifique.*

Lors de la renaissance des sciences, la théorie de la chaleur n'embrassait guère d'autres phénomènes que ceux que le hasard devait forcément mettre sous les yeux de chaque observateur. On s'en tenait aux impressions plus ou moins vagues des sens, et on manquait absolument de notions claires. Une étude scientifique des manifestations de la chaleur ne pût être abordée que lorsque Galilée eut découvert le thermomètre.

Plus un corps paraît chaud lorsqu'on le touche, et plus il est susceptible de dilater le liquide du thermomètre; cette dilatation donne ainsi une mesure de l'accroissement de chaleur, qui est indépendante de nos impressions subjectives. On s'aperçut bientôt que la loi de la dilatation n'est pas la même pour tous les liquides, et que, par suite, l'échelle des températures devait être divisée différemment suivant le liquide thermométrique employé. Pendant tout un siècle on chercha quelle était la meilleure division, et cette recherche ne cessa que par l'adoption du thermomètre à air comme instrument nor-

mal, conformément à la proposition de Lambert[1]. Dès lors, la première notion de la théorie de la chaleur, la température, a eu une signification déterminée.

Il était réservé au dix-huitième siècle de faire un second pas en avant en découvrant les lois du refroidissement. Newton en avait formulé deux à titre d'hypothèses, savoir :

1. L'abaissement de la température d'un corps qui se refroidit librement est, dans chaque instant très court, proportionnel à la différence de température qui existe au commencement de cet instant entre le corps et le milieu ambiant.

2. Si le corps est une sphère, l'abaissement de la température est en raison directe de sa surface, et en raison inverse de son volume.

Certains phénomènes simples montrèrent bientôt qu'il devait y avoir une troisième loi; car des corps d'espèces différentes de même dimension et également chauds se refroidissent inégalement. Mais au lieu de recourir à l'expérience, on préféra entrer dans la voie des spéculations théoriques, où l'on s'égara. Il semble, il est vrai, que quelques expériences furent faites; mais leurs résultats sont incertains, et l'on ne peut que rarement reconnaître si un essai a eu lieu dans le laboratoire, ou seulement dans l'imagination de l'auteur.

Ce ne fut que vers le milieu du dix-huitième siècle que l'on rentra dans le bon chemin, et c'est à Richmann que revient le mérite de l'avoir retrouvé et d'avoir rejeté les erreurs des écoles antérieures. Richmann toutefois ne put

[1] Voir Fr. Burckhardt, Die wichtigsten Thermometer des achtzehnten Jahrhunderts, page 30.

distinguer que les conséquences négatives de ses résultats; pour reconnaître les conséquences positives, il lui manquait une notion importante, celle de la quantité de chaleur.

Il faut plus de chaleur pour échauffer un grand corps qu'un petit, et inversément, un corps chaud de grande masse peut exercer une action calorifique plus grande qu'un corps de dimensions moindres. Mais il y a loin encore de la reconnaissance de ces faits à la fusion complète des notions de masse et de température; nous pouvons en juger d'après les efforts des physiciens russes Krafft et Richmann pour représenter par une formule la température du mélange de quantités d'eau inégalement chaudes. S'il est une loi qui nous semble actuellement évidente, c'est bien celle-là, et pourtant l'histoire nous montre que ce ne fut qu'à force de peine et de travail que l'on parvint à la dégager sous sa vraie forme que rien ne faisait prévoir. Richmann parvint bien à la solution du problème, mais il ne parvint pas à la comprendre nettement.

C'est ici que, pour la première fois, l'hypothèse substantielle vient apporter son secours. Lambert pensa que les phénomènes calorifiques résultent tantôt de la température et tantôt de la quantité de chaleur; comme ceux de l'hydrostatique et de l'hydrodynamique sont déterminés tantôt par les pressions et tantôt par la quantité de liquide. Il donna à ces notions de température et à la quantité de chaleur une signification précise, qui le conduisit à vérifier de nouveau les lois déjà connues, et à découvrir la troisième loi du refroidissement que l'on cherchait depuis si longtemps, et que l'on peut formuler en disant que :

Pour des corps de mêmes dimensions et de même température, les durées de refroidissement sont en raison inverse des élévations de température que produisent dans ces corps des quantités de chaleurs égales.

Il y avait là la base d'une étude mathématique, dont plusieurs chapitres, tels que la théorie des sensations thermiques, de l'échange lent ou rapide de la chaleur entre les corps, même de la distribution des températures à l'intérieur d'un corps qui se refroidit, furent poussés par Lambert à un haut degré de perfection. Plus importants encore pour nous sont les essais par lesquels Lambert détermina les élévations de température équivalentes, c'est-à-dire produites dans des volumes égaux de différents corps par des quantités égales de chaleur; ce sont en effet les premières mesures de chaleurs spécifiques. L'importance de cette nouvelle notion pour l'explication des phénomènes thermiques est signalée en maint endroit des écrits de Lambert; c'était en particulier la clef d'un groupe de phénomènes qui, jusqu'alors, avait été une énigme; de tous les cas où, par le mélange de corps différents, la température finale s'écartait de la règle de Richmann, et où, suivant le langage du temps, il se perdait ou se gagnait de la chaleur, c'est-à-dire de la température. Mais si les corps avaient des capacités calorifiques différentes, il fallait considérer le calorique comme un agent qui, au lieu d'être seulement plus ou moins intense, comme on l'avait cru, dépendait en réalité de trois facteurs distincts: la température, le volume du corps qu'il remplit, et la force (comme dit Lambert) avec laquelle il occupe ce volume (force des particules). Malheureusement les découvertes de Lambert restèrent stériles pour la science, ses contemporains n'en comprirent pas la por-

tée, et ne leur accordèrent pas l'attention qu'elles méritaient. A sa mort, son œuvre et ses efforts tombèrent dans l'oubli, et il fallut redécouvrir ce qu'il avait déjà trouvé.

C'est sur le terrain de la chimie que l'on fut conduit à ce nouveau travail. Là, comme en physique, on se mouvait au milieu d'une foule de conceptions sans valeur, et des idées plus saines ne commencèrent à se faire jour qu'au milieu du dix-huitième siècle.

L'initiateur de ces mouvements fut surtout l'Écossais Black, dont les nouveaux principes conduisirent à des résultats surprenants. Black posa en principe qu'une perte ou un gain dans le poids d'un corps est l'indice certain d'une perte ou d'un gain éprouvée par sa substance. En appliquant cette idée aux variations de poids que la calcination fait éprouver à la chaux et à la magnésie, il trouva la vraie relation entre les chaux vives et éteintes et découvrit l'acide carbonique, le premier gaz dont on ait reconnu l'existence distincte.

Vint ensuite l'époque de la chimie pneumatique que les travaux de Priestley et d'autres observateurs rendirent fertile en découvertes de nouveaux gaz et de leurs propriétés; et ces propriétés devinrent le fil directeur qui guida pendant un temps les hypothèses de la théorie de la chaleur. On trouva qu'un gaz fluide, si mobile, pouvait sommeiller dans un corps sans se trahir par aucune de ses propriétés caractéristiques; on trouva d'autre part que le calorique, agent toujours en mouvement, pouvait aussi devenir latent pendant l'acte de la fusion, et redevenir libre par l'opération inverse. Ainsi les gaz et la chaleur peuvent exister isolés comme gaz libres, comme chaleur libres, ou bien être liés et cachés comme gaz combinés, comme chaleur latente. L'idée mise en avant,

depuis longtemps, que la chaleur était une substance trouva là un appui. Toutefois on continua à admettre que cette substance différait complètement dans son essence de la matière ordinaire. On n'enseignait pas encore à priori l'impondérabilité de la chaleur, mais on expérimentait pour savoir si un corps échauffé devenait plus lourd ou plus léger. On ne reconnut aucune variation de poids ; mais il sembla que la chaleur montait dans les corps plus facilement qu'elle ne descendait.

L'étude des chaleurs latentes conduisit à deux résultats : on reconnut d'abord que la fusion d'une quantité de glace déterminée est une action thermique tout à fait constante, indépendante de la température du corps qui fournit la chaleur. Deux livres d'eau à 1° fondent autant de glace qu'une livre d'eau à 2°, fait qui contribuait notablement à éclaircir la notion des quantités de chaleur.

Le second résultat fut de réveiller l'intérêt pour les relations qui existent entre la nature chimique des divers corps et les phénomènes thermiques dont ils sont le siège. Depuis longtemps ce sujet avait occupé les chercheurs, mais la question avait été mal posée ; on se demandait toujours : Est-ce l'espace occupé par le corps qui est le véhicule de la chaleur, ou bien est-ce la masse même du corps ? Et naturellement on ne pouvait répondre d'une façon compréhensible à une pareille question.

Dès qu'on eut saisi la notion des quantités de chaleur, on put se demander au contraire : Quelle est la quantité de chaleur que contient un volume donné d'un corps déterminé à une température déterminée ? L'expérience conduisit à la notion de la chaleur spécifique. Mais on n'était pas encore au bout des complications. Dans la théorie substantielle, il était naturel de considérer

les quantités absolues de calorique contenues dans les différents corps, plutôt que leurs variations avec la température. Mais il fallait pour cela savoir à quelle température le corps ne contient point du tout de chaleur. L'existence d'un semblable zéro absolu semblait probable. On se représentait le corps comme un vase que l'on remplissait, en y introduisant du calorique, jusqu'à une certaine hauteur qui représentait la température. Si, lorsque le corps avait atteint une certaine température, on pouvait, sans faire varier celle-ci, ajouter une certaine quantité de chaleur, c'est qu'à ce moment le vase devenait plus large; on avait ainsi une image du changement d'état dans la fusion ou la volatilisation. Puis, dès qu'une addition de chaleur amenait de nouveau une élévation de température, c'est que l'élargissement du vase avait cessé, et à partir de ce moment la quantité de chaleur qu'il fallait verser pour obtenir une élévation donnée de température ou de niveau dans ce vase plus large, devait être évidemment plus grande qu'avant le changement d'état. Il était facile, en suivant cette comparaison, de calculer le zéro absolu en partant des chaleurs spécifiques à l'état liquide et solide, de la chaleur et de la température de fusion. Des recherches analogues appliquées à tous les phénomènes, tels que solidification, dissolution ou réaction chimique, dans lesquels, par suite des modifications intérieures, il apparaît ou disparaît de la chaleur, conduisirent à un système thermo-chimique assez bien construit. Son idée fondamentale était simple et claire; par suite de certaines observations inexactes, les faits paraissaient le confirmer, et il fallut des recherches nombreuses et délicates pour en démontrer la fausseté.

Quoi qu'il en soit, cette théorie ne fut pas inutile à la

science : elle lui apporta les trois notions exactes des quantités de chaleur, des chaleurs spécifiques et des chaleurs latentes. L'hypothèse de la matérialité du calorique avait aussi rendu les services qu'elle pouvait rendre, et son influence ne fit plus dès lors que retarder les progrès ultérieurs.

Peu de temps déjà après la découverte des chaleurs spécifique et latente, on commença à confondre ces deux notions; on remarquait qu'il se perdait de la chaleur dans le mélange de la glace et de l'eau chaude ; que le même fait se produisait en mêlant du mercure chaud et de l'eau froide, dans ces deux cas, en effet, le mélange de volumes égaux des deux corps produit une température finale inférieure à la moyenne arithmétique des températures composantes, et l'on se demandait pourquoi la chaleur perdue était regardée comme latente dans le premier cas, et pas dans le second.

Cette hésitation avait quelque raison d'être. Deux corps sont dits avoir même température quand, en les mélangeant, ils ne s'échauffent ni ne se refroidissent. Si l'on définit la chaleur comme étant la cause inconnue de la température, il faut mesurer cette cause d'après ses effets et dire que les deux corps ont la même chaleur. Mais on avait observé de plus que la température d'un corps n'est pas seule à régir son effet thermique, mais que dans beaucoup de cas il faut tenir compte des dimensions de corps. Il faut donc à température égale attribuer d'autant plus de chaleur à un corps que ses dimensions sont plus grandes. Si un grand corps froid contient autant de chaleur qu'un petit corps chaud, il faut que dans ce dernier le calorique soit plus condensé que dans le premier, et la température se présente comme la résultante de

deux causes, la quantité de chaleur et le volume qui la contient.

Un troisième groupe de phénomènes montrait que des corps de mêmes dimensions et de même température peuvent encore exercer des actions thermiques différentes, par exemple, modifier différemment la température d'un troisième corps donné. D'où l'on devait conclure que, malgré l'égalité de leurs volumes et de leurs températures, ces corps contiennent des quantités de chaleurs différentes, et que, par conséquent, l'élévation de température qu'une quantité de chaleur donnée produit dans un volume déterminé d'un corps, dépend de trois facteurs distincts. C'est la conclusion que tira Lambert en admettant que la température était déterminée non seulemeet par le volume du corps, mais encore par le nombre des particules ignées qu'il contenait, et par la force spécifique de ces particules.

L'école chimique considérait le calorique comme une substance analogue aux éléments, et ne lui accordait aucune force qui lui fût spéciale ; dans cette manière de voir le troisième facteur variable manquait, et l'on ne disposait que de la quantité de cette matière et de sa densité. On était donc réduit à affirmer que la différence des quantités de chaleur existant dans des corps différents de même grosseur et de même température, n'influait nullement sur celle-ci, et ne pouvait se manifester que dans certaines circonstances spéciales.

La théorie purement matérielle conduisait inévitablement à admettre que dans chaque corps la chaleur existait sous deux états différents : une première portion, la chaleur sensible, régissait la température, des variations égales de température correspondaient dans tous les corps

à des variations égales de la chaleur sensible; le reste, espèce de chaleur latente — Carradori l'appelait chaleur agrégée — existait bien dans le corps, mais sans se manifester autrement que par le fait que celui-ci absorbait pour s'échauffer plus de chaleur qu'il n'en fallait pour l'accroissement de sa chaleur sensible. Cette manière de voir fut corroborée par l'hypothèse de Laplace et de Lavoisier que la dilatation des corps fait aussi passer une certaine quantité de chaleur à l'état latent : la dilatation et l'échauffement semblaient constamment liés ensemble.

Toujours est-il que la chaleur agrégée resta une modification mystérieuse, et les explications qu'elle fournissait aussi incompréhensibles que les phénomènes qu'elles devaient éclairer. Si la théorie matérielle ne se trouvait peut-être pas encore en face d'une difficulté insurmontable, du moins son idée fondamentale devenait inadmissible, et l'on ne pouvait plus regarder la chaleur comme étant seulement ce qui nous produit l'impression du chaud.

Tel était l'état du sujet vers l'an 90 du siècle dernier. Vint ensuite une période de repos, pendant laquelle on étudia dans leurs détails les méthodes de mesure des diverses quantités que l'on avait nouvellement distinguées. Un nouveau pas ne put être fait que lorsqu'on eut rassemblé un grand nombre d'observations, et ce nouveau pas fut la découverte de Dulong que presque tous les éléments ont la même chaleur atomique. Puis quand Neumann et Kopp eurent étendu cette loi aux composés, la supposition d'une matière calorique devint inutile; elle aurait été en tout cas mise de côté à ce moment si la théorie mécanique de la chaleur n'avait pas déjà conduit à l'abandonner.

En effet si nous faisons abstraction de la chaleur latente (correspondant aux changements d'état et à la dilatation) qui ne peut guère être considérée comme de la chaleur, la loi de Dulong nous dit que dans des espaces qui contiennent des nombres égaux d'atomes d'espèce quelconque, il existe à la même température des quantités égales de calorique sous forme de chaleur. Dès lors deux éléments variables suffisent à expliquer la température. La théorie de Lambert avait admis trois éléments variables, la quantité, la densité et l'énergie du fluide calorifique ; la quantité changeant avec les dimensions du corps chaud, la densité avec la température, l'énergie avec sa nature chimique. Par suite de la loi de Dulong on peut se passer d'une de ces grandeurs; on peut supposer qu'une élévation de température résulte ou bien d'un accroissement de la densité, d'une augmentation des atmosphères calorifiques des atomes; ou bien d'un accroissement d'énergie du calorique sans variation de densité. En admettant la seconde hypothèse qui est la plus simple, on voit que chaque atome, quelle que soit sa nature, contient la même quantité de calorique à toutes les températures. Mais cette quantité devenant constante, le fluide calorique devient inutile, on peut prendre la molécule elle-même comme siège de la chaleur et dire que deux molécules quelconques ont, à la même température, la même énergie, et exigent par suite la même quantité de chaleur pour une même élévation de température. On passe ainsi de l'ancienne hypothèse matérielle aux idées dynamiques actuelles.

§ 2. *La chaleur rayonnante.*

Au moment où les découvertes de la chimie dé-

terminaient surtout les idées qui régnaient sur la chaleur, les physiciens commencèrent à porter leur attention sur la chaleur rayonnante peu étudiée jusqu'alors. C'est principalement au Genevois Marc-Auguste Pictet que l'on doit d'avoir le premier étudié ces phénomènes et de les avoir introduits dans la science. La première idée qui se présente en face de cette nouvelle classe de faits, c'est de regarder la chaleur rayonnante comme du calorique libre. Un corps chaud peut avec une grande rapidité faire sentir sa chaleur à un corps froid éloigné; ne peut-on pas le concevoir aisément si l'on admet qu'il sorte du corps chaud une émanation du calorique qui vient frapper le corps froid? C'était aussi l'idée de Pictet. Mais on vit bientôt qu'elle ne suffisait pas à rendre compte des phénomènes, et que l'on devait admettre que de telles émanations s'échappaient de tous les corps, froids ou chauds, et qu'elles étaient accompagnées de l'absorption du calorique libre qui rencontrait ces corps. Prevost, qui formula cette conception, fut suivi par tous ceux qui admettaient la matérialité du calorique. La théorie de Prevost de l'équilibre mobile de la chaleur était en effet capable de donner une explication satisfaisante d'un grand nombre de phénomènes et Rumford avait tort de la combattre. Bien que les idées de ce dernier fussent basées sur le principe, reconnu exact par la suite, que la chaleur était un état de mouvement, elles ne pouvaient conduire aussi loin que celles de Prevost, et si on les avait adoptées, elles auraient plutôt mis un certain désordre dans la théorie de la chaleur.

S'il ne s'était agi que d'expliquer le rayonnement comme un domaine absolument distinct, la théorie de Prevost aurait sans doute longtemps suffi ; du moins elle

serait parvenue à résoudre plus ou moins bien les difficultés telles que l'explication de la loi de Leslie, par exemple.

La grande analogie et la réunion constante des rayonnements lumineux et calorifiques obligea bientôt les chercheurs à se rendre compte de cette relation. L'observation montre que la lumière peut se transformer en chaleur; un corps exposé au soleil s'échauffe, même quand les rayons ont traversé du verre. La théorie affirmait qu'une semblable transformation n'était pas possible; pour résoudre cette contradiction on imagina plusieurs systèmes.

Herschell prit le plus commode : il partagea chaque rayon solaire en un rayon lumineux et un rayon calorifique et employa tantôt l'un tantôt l'autre suivant le besoin de ses explications. Meilleure était l'idée déjà ancienne défendue surtout par De Luc, que la lumière se combinait avec une matière indifférente déjà contenue dans le corps, et que le résultat de cette combinaison était la chaleur. Leslie fit un pas de plus et identifia complètement la chaleur et la lumière; il ne chercha la différence de ces deux agents que dans leur mode de propagation. Hutton enfin, celui de tous qui avait saisi le plus profondément la nature du rayonnement, affirmait que l'on n'avait aucune raison de considérer la chaleur rayonnante comme de la chaleur; qu'elle possédait au contraire toutes les propriétés de la lumière, sauf la faculté d'agir sur notre œil, et qu'on devait par suite la rattacher à la lumière. Quelle que fût l'exactitude de cette idée et le génie avec lequel il la défendait, elle ne pouvait prendre pied parmi ses contemporains à qui l'existence du calorique libre semblait hors de doute.

Leslie par exemple, l'observateur le plus fin et le plus pénétrant de cette époque (vers 1800) ne put pas se rattacher aux vues de Hutton ; il s'en tint à l'idée que la chaleur était transportée directement par le rayonnement. Pour lui la lumière n'était autre chose que de la chaleur libre de se mouvoir sans entraves ; par son absorption le calorique se trouvait lié dans les corps dont il déterminait l'échauffement. Le rayonnement était un transport alternativement rapide et lent du calorique d'une particule matérielle à une autre qui s'effectuait d'une manière particulière dans les gaz ; et conformément à cette idée, il appelait toujours la chaleur rayonnante *pulsation*. Au point de vue de Leslie le rayonnement dans le vide était impossible. En outre il se présenta une autre difficulté insurmontable pour toutes les théories substantielles et surtout pour celle de Leslie. L'observation des phénomènes de refroidissement prouva que le corps chaud abandonne sa chaleur à l'air qui l'environne de deux manières différentes, par rayonnement qui n'échauffe pas l'air, et par transport direct qui l'échauffe. Le fait que les rayons n'échauffent pas le milieu qu'ils traversent auraient dû conduire tout savant sans idée préconçue à admettre comme Hutton que le rayonnement n'était pas de la chaleur. Mais la chaleur latente avait trop bien habitué à cette notion d'une chaleur qui n'échauffe pas, pour que cela parût étrange. On ne remarqua que l'action calorifique du rayonnement au moment où il était absorbé, et l'on y vit la preuve, que l'on ne cherchait d'ailleurs pas même, que ce rayonnement était vraiment de la chaleur libre.

On se trouvait ainsi conduit à examiner comment il est possible que le même milieu conduise le même agent

de deux manières différentes, par rayonnement et par conductibilité, et la difficulté de ce problème fit échouer toutes les hypothèses qui avaient pu rendre raison de la relation de la chaleur et de la lumière.

Nous trouvons exprimée chez Rumford l'idée juste qu'il est absurde d'admettre deux modes de propagation. Mais en cherchant à mettre de côté cette hypothèse, il se heurta à une nouvelle contradiction. La théorie de la lumière de Huyghens avait admis un milieu spécial, l'éther comme le véhicule du mouvement lumineux. Au temps de Rumford cette notion était oubliée, et ce n'est qu'après qu'il eut déjà formé ses propres idées, qu'elle reparut dans les travaux de Thomas Young. Il était donc naturel que Rumford, qui du reste cherchait ses comparaisons dans la propagation du son, considérât avec Leslie l'air comme le véhicule des vibrations qui devaient constituer la chaleur et le rayonnement. Cela ne voulait pas dire que les deux espèces de vibrations, celles de la chaleur des corps et celles du rayonnement fussent identiques [1]. Rumford admit toutefois leur identité, et fut ainsi ramené en présence de la difficulté même qui arrêtait les défenseurs de la théorie substantielle. Pour s'en tirer, il nia la possibilité d'un transport par conductibilité dans les corps qui laissaient passer le rayonnement (ces derniers se bornaient alors aux gaz et aux liquides); cette affirmation l'engagea dans une discussion interminable où il fut complètement vaincu. Il subsista seulement le fait que la chaleur peut se propager dans le même milieu de deux manières différentes.

[1] La double réfraction de la lumière dans les milieux anisotropes offre un exemple d'un même milieu propageant simultanément deux vibrations, les deux rayons polarisés à angle droit, avec des vitesses différentes.

Cette difficulté ne pouvait pas davantage être levée par les conceptions artificielles de Leslie. Sans chercher bien loin il était évident que le rayonnement et la conductibilité étaient des phénomènes tout à fait différents; dans la conductibilité les variations de température se propagent lentement, tandis que dans le rayonnement la propagation est presque instantanée. Il faut donc que le conducteur qui reçoit le rayonnement exerce sur le calorique une action puissante qui lui ôte sa rapidité.

L'idée la plus simple était d'admettre que le calorique libre n'est sans entraves que lorsqu'il rayonne, et que dans l'intérieur des corps il est gêné par l'action des molécules. Quand du calorique libre pénètre dans un corps, une portion peut d'abord continuer son chemin en se propageant entre les molécules, le reste rencontre des obstacles et ne peut plus avancer que par conductibilité et avec lenteur; la partie qui a d'abord continué à se mouvoir librement finit aussi par être arrêtée, au moins si le corps est suffisamment épais.

C'est ainsi que Lambert, Pictet et surtout Prevost se représentaient les choses, et ces explications furent regardées comme satisfaisantes tant que l'on ne put pas étudier d'une manière précise les phénomènes de conductibilité; mais il fallut les rejeter lorsque Fourier eut établi sa théorie. Rumford, maintenant l'unité de la propagation, avait affirmé que la conductibilité n'était qu'un rayonnement dans un milieu opaque, c'est-à-dire un rayonnement de molécule à molécule. Fourier adopta ce point de vue qui fut développé par Poisson. Celui-ci montra en même temps son inadmissibilité au moins comme explication de la conductibilité. Dans le cas des milieux ne possédant que la conductibilité ou que le rayonnement, il pouvait

répondre provisoirement au besoin d'une conception unique pour les deux phénomènes. Mais les autres cas où les deux modes de propagation se manifestaient simultanément, restaient inaccessibles à la théorie et à l'intelligence.

Tant que les théories substantielles prévalurent, il n'y avait pas à espérer que l'on pût résoudre ce désaccord. Ce ne fut que lorsque la théorie de l'émission de la lumière eut été renversée et que l'on eut adopté la théorie de l'éther, lorsque l'idée se répandit de plus en plus que la chaleur n'était autre chose qu'un mouvement des molécules, que la pensée vint tout naturellement que dans la conductibilité ce mouvement se transmettait immédiatement d'une molécule à l'autre, tandis que dans le rayonnement il était transporté par l'intermédiaire d'un milieu interposé indifférent qui était l'éther. Cette manière de voir ne rencontrait aucune difficulté dans les relations du rayonnement calorifique et lumineux. Au contraire, l'identité des deux rayonnements se manifestait de plus en plus, tandis que l'observation faisait de plus en plus ressortir la différence profonde qui existe entre le rayonnement et la conductibilité. On renonça donc à voir dans la chaleur rayonnante du calorique libre et l'on admit l'idée opposée, à savoir qu'un corps chaud transforme une partie de sa chaleur en rayonnement ; celui-ci se propage à la manière de la lumière, et ne peut se manifester comme chaleur que lorsqu'il rencontre un corps capable de l'absorber. On voit ainsi clairement la raison de l'analogie de nombre de lois du rayonnement calorifique avec les lois analogues de la lumière. La loi du rayonnement de Leslie se trouve d'accord avec la loi de Lambert sur le pouvoir éclairant. L'intensité des deux

rayonnements est proportionnelle au sinus de l'angle d'émission. De même la loi de Leslie et de Fourier sur l'égalité du rapport de l'émission et de l'absorption de la chaleur rayonnante dans les différents corps vient se ranger dans la loi plus générale de Kirchhoff qui s'applique à un rayonnement quelconque.

§ 3. *La conductibilité.*

La conductibilité à laquelle on ne trouvait aucune analogie avec d'autres phénomènes connus, était longtemps restée dans l'ombre. Les notions qu'exigeait son étude différaient complètement de celles que l'on avait rencontrées dans la propagation du son et de la lumière.

C'est avec la propagation de l'électricité que la conductibilité semblait offrir le plus de ressemblance, et c'est de ce côté que vint la première impulsion. Le grand électricien Franklin eut l'idée de mesurer jusqu'à quelle distance une température donnée (celle de la fusion de la cire) pénétrait dans un temps donné dans des tiges de différents métaux, et de prendre cette distance comme mesure de la conductibilité. Ce projet fut exécuté par Ingenhouss. Mais un autre point de vue tout aussi justifié se manifesta bientôt après, consistant à regarder comme le meilleur conducteur le corps qui prend le plus vite la température du milieu qui l'environne. Ces deux manières de voir étaient en contradiction directe, et Tob. Mayer put ainsi conclure des essais d'Ingenhouss justement le contraire de ce que Ingenhouss lui-même en avait conclu.

Ces deux interprétations étaient également probables; chacune d'elle comprenait d'une manière exacte une partie du phénomène et laissait le reste de côté. Ces deux

manières de voir furent plus tard conciliées par la distinction des pouvoirs conducteurs intérieur et extérieur.

Biot eut aussi primitivement la pensée de déduire la conductibilité de la marche d'une température déterminée dans une barre chauffée à l'une de ses extrémités. Ses efforts ayant été stériles, il chercha à pénétrer plus avant dans la nature du phénomène et il y réussit en tenant compte de la quantité de chaleur qui se transporte par conductibilité d'une partie dans une autre. En l'employant comme intermédiaire dans l'établissement des conditions mathématiques de l'état calorifique, il parvint à déterminer la loi de la distribution des températures soit variables soit stationnaires dans la barre; mais il ne put pas donner une base rigoureuse à ses résultats, parce qu'il avait admis que pour une différence infiniment petite des températures de deux couches voisines il ne pouvait être transporté que des quantités de chaleur infiniment petites. Cette difficulté arrêta d'abord tout progrès ultérieur, et Fourier fut le premier qui parvint à la faire disparaître en introduisant la notion du flux de chaleur.

On ignore comment Fourier fut conduit à ce point de vue; il est probable que ce fut par l'analogie du mouvement des fluides. Dans un ruisseau il s'écoule dans un temps fini une quantité finie d'eau non seulement là où il y a une différence finie dans le niveau des sections voisines, c'est-à-dire où le ruisseau forme une chute, mais aussi là où la variation de niveau sur un espace infiniment petit est elle-même infiniment petite. Ce qui influe sur l'écoulement, ce n'est pas la différence absolue des niveaux, mais bien le rapport de cette différence à la distance sur laquelle elle s'étend, en d'autres termes la pente. Cette notion une fois adoptée dans la théorie de la

chaleur, il n'y eut plus aucune difficulté à trouver la notion actuelle de la conductibilité. Il faut encore mentionner que Leslie possédait cette notion passablement avant Fourier, mais qu'il l'enchevêtrait si étroitement avec d'autres idées à lui qu'il n'aurait pas pu la faire adopter, si elle n'avait été appuyée sur autre chose.

La conception de Fourier n'est au fond que l'expression exacte d'un fait en partie observé et en partie hypothétique, mais très probable et susceptible d'une preuve indirecte; mais elle est indépendante de toute supposition sur la nature de la chaleur et sur le procédé même de la conductibilité. Par suite elle est incapable d'indiquer quoi que ce soit sur ce procédé. Ce n'est que par la combinaison de la notion de conductibilité avec d'autres propriétés des conducteurs ou avec d'autres phénomènes qui s'y passent que l'on peut espérer des connaissances nouvelles.

De même que la force d'un courant de gaz dans un tuyau dépend aussi bien de la rapidité du gaz que de sa densité; de même la quantité de chaleur qui traverse dans l'unité de temps une section d'un courant de chaleur stationnaire dépend de deux facteurs essentiellement différents. Cette quantité de chaleur est d'autant plus grande que les vibrations moléculaires qui la transportent sont plus rapides, et que la force abandonnée à chaque vibration par une molécule à sa voisine est plus considérable. Mais on ne peut établir à priori l'influence isolée de ces deux facteurs. C'est là un sujet dont l'étude n'a été abordée que récemment. Stefan est parvenu à déduire de la théorie des gaz une nouvelle notion relative à la conductibilité, celle de la vitesse de propagation de la chaleur, qui coïncide avec le facteur du pouvoir conduc-

teur que je viens de citer, la rapidité de la transmission d'une particule à l'autre. Stefan a obtenu le résultat très remarquable que la vitesse de propagation de la chaleur dans un gaz est égale à la vitesse du son dans le même gaz, et varie de la même manière avec la température.

La notion de la vitesse de propagation de la chaleur peut, d'après les recherches de Weber, s'étendre aussi aux liquides; on trouve que dans tous les liquides non métalliques observés jusqu'ici, la vitesse de propagation est à peu près la même; dans les liquides très visqueux, comme la glycérine, elle est un peu plus faible.

On ignore encore absolument comment les choses se passent dans les corps solides.

Ainsi que nous venons de le voir, la science, dans le court intervalle de vingt années environ qui a séparé Pictet de Fourier, s'est enrichie de bon nombre de notions nouvelles; il devait nécessairement survenir une période de repos nécessaire pour déterminer numériquement les quantités que l'on avait introduites, et pour assurer l'explication des nombreux phénomènes qui étaient devenus abordables. Dans ce travail on reconnut les points qui ne pouvaient pas encore être pénétrés et qui indiquaient la voie des recherches ultérieures. C'étaient principalement les phénomènes, tels que le frottement dans lesquels, comme on dit, il se perd du travail et il se produit de la chaleur. C'est là que la théorie substantielle, déjà défectueuse à plusieurs égards, qui considérait la chaleur comme un fluide à part, céda définitivement le pas à d'autres hypothèses, dans lesquelles la chaleur n'est qu'une forme particulière d'un agent beaucoup plus général, de l'énergie. Il serait intéressant de suivre ce développement jusqu'à son état actuel; mais les recherches

récentes ne sont pas limitées aux phénomènes de propagation, et s'étendent au contraire sur un champ beaucoup plus étendu; elles ont d'ailleurs été récemment exposées d'une manière excellente[1]; il nous semble donc préférable de nous arrêter ici, au moment où la notion de conductibilité est sortie de l'obscurité, et où la science a franchi sa période initiale, la plus difficile et la plus instructive.

[1] Joseph Sand, *Die mechanische Wärmetheorie in ihrem Zusammenhange mit den Grundprincipien der neuern Physik*. Eichstätt, 1876.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

CHIMIE

V. Mertz et K. Gousiorowski. Transformation directe des alcools de la série grasse en amines. (*Berichte*, XVII, p. 623. Zurich.)

Si l'on chauffe un alcool avec du chlorure de zinc ammoniacal on obtient, surtout si la température est de 250°-260°, un très bon rendement de mono- di- et trialkylamines, allant jusqu'à 75 % du poids de l'alcool employé, cependant l'alcool caprylique, secondaire, n'a donné que 25 % d'amine. La dioctylamine, qui est nouvelle, forme de longues aiguilles fusibles à 36°,5. Son chlorhydrate est peu soluble dans l'eau, le sel de platine forme des feuilles jaunâtres solubles dans l'alcool $[(C_8H_{17})\ NHCl]_2\ PtCl_4$. L'octylamine tertiaire est une huile susceptible cependant de cristalliser, elle a une odeur aromatique et bout vers 366°, son sel de platine est amorphe, résineux; la di- et la tricaprylamine sont des huiles, la première bout vers 270°, la seconde au-dessus de 360°, leurs sels cristallisent difficilement, sauf le sel d'or de la dicaprylamine.

R. Gnehm. Chlorbenzaldéhyde et chlorindigo. (*Berichte*, XVII, p. 752. Bâle.)

La dichlorbenzaldéhyde fusible à 57°-58° et bouillant vers 230°, traitée par l'acide nitrique en présence d'acide sulfurique, donne de l'orthonitrodichlorbenzaldéhyde fusible à 236°-238 et celle-ci traitée par l'acétone et la soude fournit de l'indigo tétrachloré qui a beaucoup d'analogie avec l'in-

digo, et qui peut à certains égards le remplacer dans la teinturerie, ainsi que le dichlorindigo. L'amidodichlorbenzaldéhyde forme des aiguilles jaunes volatiles avec la vapeur d'eau, fusibles vers 77° ; traitée par la diméthylaniline, on obtient un produit de condensation qui, oxydé, produit une substance colorante verte.

La dichlorchinaldine, obtenue en chauffant l'amidodichlorbenzaldéhyde avec de l'acétone et de la soude, est une substance jaune soluble dans les acides, fusible à 46°.

V. Meyer et Hans Kreis. Thiotolène. (*Berichte*, XVII, p. 787. Zurich.)

Le dibromthiotolène $C_4HBr_2SCH_3$ est une huile bouillant de 227-229°. Le tribromthiotolène forme des aiguilles blanches fusibles vers 74°. Mais s'il est facile d'isoler les produits bromés, il n'en est pas de même du thiotolène lui-même; on peut cependant l'isoler du toluol en traitant le mélange, enrichi déjà par l'extraction au moyen de l'acide sulfurique, par l'iode et l'oxyde jaune de mercure, après filtration et distillation du toluène, il reste un corps iodé qui se décompose à la distillation, on le traite par le sodium, en solution alcoolique. Le thiotolène obtenu bout à 113°. Sa densité est 1,0194 à 18°.

R. Nahnsen. Dithiényle. (*Berichte*, XVII, p. 789. Zurich.)

On obtient des produits de condensation du thiophène soit par la réaction de Bæyer, soit par celle de Friedel et Craft; l'auteur a essayé de faire passer le thiophène dans des tubes chauffés au rouge sombre et a obtenu, analogue au diphényle, le dithiényle $(C_4H_3S)_2$ qui cristallise d'alcool sous forme de feuilles brillantes fusibles à 83°. Ce corps chauffé avec de l'isatine et de l'acide sulfurique se colore en bleu.

A. Comey. Phénylthiénylkétone. (*Berichte*, XVII, p. 790. Zurich.)

Le thiophène traité par le chlorure de benzoyle en

présence du chlorure d'aluminium fournit la kétone $C_6H_5—CO—C_4H_3S$ qui cristallise d'alcool sous forme d'aiguilles fusibles à 55° bouillant vers 300°. Cette kétone traitée par l'hydroxylanime donne l'acétoxyme $C_6H_5 . CNOH . C_4H_3S$; enfin traitée par la chaux sodée, il se forme du thiophène et de l'acide benzoïque.

LAMBERT WEITZ. DE QUELQUES DÉRIVÉS DU THIOPHÈNE. (*Berichte*, XVII, p. 792. Zurich.)

Les dérivés chlorés du thiophène s'obtiennent en faisant passer du chlore dans le thiophène brut; le monochlorthiophène bout à 130°, le dérivé bichloré bout à 170°; le tétrachlorthiophène s'obtient en traitant le dibromthiophène par le chlore, ce sont des cristaux brillants ayant la forme de fers de lances, fusibles vers 36°.

Plusieurs sels du sulfothiophène ont été préparés et analysés, ainsi que le chlorure de l'acide qui paraît avoir été obtenu, sous deux modifications, l'une liquide, l'autre solide. La thiophénesulfanilide forme des aiguilles fusibles à 96°. L'éther éthylique du sulfothiophène $C_4H_3S . SO_2 . O.C_2H_5$ a une odeur vineuse faible. L'acide thiophène sulfureux obtenu par réduction du chlorure de sulfothiophène, est une huile qui séchée dans le vide forme des cristaux fusibles à 67°. Les sels de zinc et d'argent ont été préparés. Tous ces dérivés chauffés avec l'isatine et l'acide sulfurique, donnent la réaction bleu foncé de l'indophénine.

HEINRICH GOLDSCHMIDT. NITROSOPHÉNOLS. (*Berichte*, XVII, p. 801. Zurich.)

L'auteur a traité le β introso α naphtol et l'α nitroso β naphtol par l'hydroxylamine et obtient dans les deux cas le même corps fusible à 78°; il faut donc les considérer comme des naphtochinonoximes $C_{10}H_{16}\begin{matrix}/O \\ \backslash NOH\end{matrix}$ et non pas

comme des nitrosonaphtols $C_{10}H_{16}\begin{matrix} / OH \\ \backslash NOH \end{matrix}$ qui par cette réaction fourniraient 2 isomères. Il est donc probable que tous les nitrosophenols sont des corps oxiimidés.

E. Nægeli. Camphoroxime. (*Berichte*, XVII, p. 805. Zurich.)

La préparation de cette substance a déjà été indiquée (*Archives*, 1884, XI, 196), et l'on voit que le camphre étant $C_9H_{16} = C = O$, la camphoroxime est $C_9H_{16} = C = NOH$ et l'anhydride de cette oxime $C_9H_{15} = C = N$.

$$\underbrace{C_9H_{15} = C = N}$$

L'auteur a réussi à saponifier cet anhydride en le traitant par la potasse alcoolique, et il a obtenu une substance cristallisant en feuilles, isomère de la camphoroxime, fusible à 125°, inodore et incapable de former des éthers ; l'anhydride primitif n'était donc pas un nitrile qui aurait dû donner naissance à un acide, et l'isocamphoroxime doit avoir pour formule soit $H.C_9H_{15} = C = NOH$, soit $OH.C_9H_{15} = C = NH$.

E. Spiegler. Du groupe euxanthonique. (*Berichte*, XVII, p. 807. Zurich.)

On sait que l'hydroxylamine agit sur les aldéhydes et les kétones et n'agit pas sur les corps analogues à l'oxyde d'éthylène ; la diphénylènekétone ne fait pas exception et l'on obtient une oxime $\begin{matrix} C_6H_4 \diagdown \\ | \quad\quad > \\ C_6H_4 \diagup \end{matrix} C = NOH$ fusible à 192°, tandis qu'elle n'agit pas sur l'oxyde de diphénylènekétone $O\begin{matrix} \diagup C_6H_4 \diagdown \\ \diagdown C_6H_4 \diagup \end{matrix}CO$ ni sur l'euxanthome qui a pour formule $O\begin{matrix} \diagup C_6H_3OH \diagdown \\ \diagdown C_6H_3OH \diagup \end{matrix}CO$, la phénylhydrazine n'agit pas davantage, ce qui pourrait faire admettre que ces corps sont des lactones dont la formule serait alors

$$\begin{array}{ccc} C_6H_4 - O & & C_6H_3OH - O \\ | \quad\quad | & \text{et} & | \quad\quad\quad | \\ C_6H_4 - CO & & C_6H_3OH - CO \end{array}$$

En effet ce n'est pas probable que ce soit la présence de l'oxygène ou de l'hydroxyle qui empêche la réaction d'avoir lieu avec l'hydroxylamine, car Spiegler a obtenu l'acétoxime

$$\begin{array}{l} C_6H_4\,OH \\ | \\ C\,NOH \\ | \\ C_6H_4\,OH \end{array} \text{ en partant de la dioxybenzophénone } \begin{array}{l} C_6H_4\,OH \\ | \\ CO \\ | \\ C_6H_4\,OH \end{array}$$

ni le haut poids moléculaire de la substance, car il a également obtenu une acétoxime en partant de la naphtylphénylkétone C_6H_5—CO $C_{10}H_7$.

E. Spiegler. Dérivés de la diphénylacétoxime.
(*Berichte*, XVII, p. 810. Zurich.)

Ce chimiste a préparé quelques éthers de la diphénylacétoxime.

L'éther méthylique $C_6H_5\,C\begin{matrix} \diagup C_6H_5 \\ \diagdown NOCH_3 \end{matrix}$ forme des cristaux fusibles à 92°.

L'éther éthylique est une huile qui bout, en se décomposant, vers 276°.

L'éther benzylique cristallise, et fond vers 55°.

L'éther acétylique fond également vers 55°. L'auteur a aussi préparé le chlorhydrate de la diphénylacétoxime, qui est une poudre cristalline blanche et la combinaison sodée de la phénylacétoxime.

M. Ceresole. Benzoylacétone et isonitrosobenzoylacétone.
(*Berichte*, XVII, p. 812. Zurich.)

La benzoylacétone a pour formule

$$CH_3 - CO - CH_2 - CO - C_6H_5,$$

l'hydroxylamine devrait remplacer les 2 O par le groupe NOH, tandis qu'un seul oxygène est remplacé, il en est de

même pour l'acétophénonacétone, ce qui semblerait montrer que l'hydroxylamine n'agit sur les dikétones que lorsque les deux carbonyles sont voisins. Ceresole a aussi préparé l'isonitrosobenzoylacétone en traitant la benzoylacétone par le sodium et l'acide nitreux, il a obtenu des aiguilles fusibles à 124° et cette acétone traitée par l'hydroxylamine donne non pas la combinaison trioximidée comme on pouvait s'y attendre mais 2 isomères bioximides

$$C_6H_5 - CNOH - CNOH - CO - CH_3, \text{ et}$$
$$C_6H_5 - CO - CNOH - CNOH\ CH_3,$$

dont l'un fond vers 178° et l'autre forme une poudre résineuse fusible vers 115°.

V. Meyer. Constitution du chlorure de phtalyle et de l'anthraquinone. (*Berichte*, XVII, p. 817. Zurich.)

Wischin a obtenu le phtalyéthyle par l'action du zinc-éthyle sur le chlorure de phtalyle, ce corps ne réagit pas avec l'hydroxylamine, c'est donc une lactone. Sa formule est donc

$$C_6H_4 \left\langle \begin{matrix} CO \\ C \\ \| \\ (C_6H_5)_2 \end{matrix} \right\rangle O$$

ce qui prouve ainsi à nouveau la disymétrie du chlorure de phtalyle; par contre l'anthraquinone réagit avec l'hydroxylamine et n'est donc pas une lactone comme le pense E. v. Meyer. En effet les lactones essayées avec ce réactif ne donnent pas de produit azoté, et si l'anthraquinone ne réagit qu'avec une seule molécule d'hydroxylamine, au lieu de deux, cela tient à ce que les deux carbonyles ne sont pas directement combinés entre eux, ce qui paraît être une règle générale.

M. Ceresole et G. Kœckert. Acide α β diisonitrosobutyrique. (*Berichte*, XVII, p. 819. Zurich).

L'acide α β diisonitrosobutyrique a été obtenu ou plutôt son éther, en traitant l'éther de l'acide isonitrosoacétacétique par

l'hydroxylamine, il forme de petites aiguilles fusibles vers 140° en se décomposant, l'acide lui-même forme de petits cristaux solubles dans l'eau et l'alcool $CH_3(CNOH)_2COOH$, mais dans cette réaction il se forme aussi un anhydride formé aux dépens de 2 molécules de cet acide et qui a pour formule $C_8H_{10}N_4O_7$, c'est un acide bibasique ; l'élimination d'une molécule d'eau a donc lieu aux dépens des deux groupes NOH. Ce sont de petites feuilles fusibles vers 132° en se décomposant.

K. GOUSIOROWSKI ET W. MERTZ. PRODUCTION DE NITRILES AU MOYEN DES AMINES AROMATIQUES. (*Berichte*, XVII, p. 73. Zurich.)

Si l'on chauffe la formanilide seule il se forme très peu de benzonitrile, mais si l'on ajoute de la poussière de zinc ou si l'on fait passer les vapeurs sur du zinc en poudre, le rendement est beaucoup meilleur ; cela paraît être une réaction générale pour les amines aromatiques suivant la formule

$$R-N\begin{matrix}\diagup COH \\ \diagdown H\end{matrix} + Zn = R-N=C + ZnO + H_2, \text{ et}$$

$$R-N=C=R-C\equiv N.$$

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE

AUG. FAVRAT. DES CONTENUS STOMACAUX CHEZ L'HOMME. (*Bulletin Soc. vaud.*, tome 44, p. 236.)

Les observations qui suivent ne se rapportent qu'au suc gastrique impur, tel qu'il se trouve le plus ordinairement dans l'estomac pendant et après la digestion. Il n'est, en effet, pas possible d'obtenir un suc gastrique absolument pur, car si des lavages répétés peuvent entraîner les derniers débris d'aliments, par contre deux autres facteurs viennent, malgré tout, en modifier la composition. Ce sont, d'une part, la salive ; d'autre part, le contenu duodénal, qui se trouve presque constamment dans le suc du matin, avant le déjeuner.

Le matin, entre 6 et 7 h., tout le liquide que renfermait l'estomac était retiré, puis on lavait ce dernier à l'eau tiède et l'on reprenait, si possible quelques minutes après, le nouveau contenu. Le contenu stomacal a aussi été pris et examiné un certain nombre de fois 1 h., 2 h., 3 h. et 5 h. après le déjeuner. Il n'a pas toujours été possible d'obtenir du suc gastrique mixte; dans quelques cas, malgré tous les efforts du patient, on n'a pu en retirer. Ordinairement, le matin à jeun, l'estomac ne renferme que peu de contenu; les jours où il a été trouvé en abondance, le sujet [1] avait absorbé pendant la nuit du lait, ou quelquefois un liquide alcoolique. Durant les premières heures de la digestion, l'abondance du contenu est en rapport avec le volume des liquides introduits. A la 5me h., le contenu a toujours été trouvé en grande abondance, de 300 à 400 grammes environ; il est vrai que très souvent le sujet a bu du lait ou un autre liquide entre la 3me et la 5me h.

Le premier contenu du matin est généralement un liquide assez épais, très filant, plus ou moins limpide, ressemblant à du blanc d'œuf. Les contenus pris pendant la digestion sont moins épais, moins filants; celui de la 5me h. est trouble, peu dense et peu ou pas filant. Sur 142 contenus examinés, 107 présentaient une coloration jaune ou verte, plus ou moins intense, qui indiquait la présence de la bile; 35 seulement étaient incolores ou légèrement colorés par les liquides absorbés. Cette singulière fréquence de la bile dans l'estomac ne paraît pas être un phénomène général, mais plutôt quelque chose d'individuel. Ainsi M. Ch. Richet, dans son remarquable travail sur le suc gastrique chez l'homme et les animaux, ne dit nulle part avoir constaté la présence de la bile dans les contenus stomacaux. On ne saurait attribuer à la fistule et au procédé anormal d'alimentation cette fréquence de la bile, car Marcelin, le sujet de M. Ch. Richet, se trouvait dans des conditions identiques. Il est remarquable que, malgré cette présence presque continuelle de la bile

[1] L'homme à fistule gastrique de M. le prof. Herzen de Lausanne. (Voyez *Archives*, 1884, tome XI, p. 443.)

dans l'estomac, la digestion ne soit pas sensiblement gênée. Le poids de notre sujet a augmenté de 4 à 5 k. dans les trois derniers mois, ce qui montre combien sa nutrition est bonne. D'autre part M. Danilewski, chimiste très distingué, actuellement à Genève, a bien voulu se charger de quelques analyses des contenus stomacaux pris à la 1re, 2me et 3me h. de la digestion. Les chiffres obtenus montrent très nettement que la peptonisation n'est pas arrêtée pas la présence de la bile, et qu'elle augmente toujours de la 1re à la 3me heure.

Voici les résultats de quelques analyses de M. Danilewski :

		Résidu sec.	Albumine.	Peptones et sels.	°/₀ d'albumine.	°/₀ peptones et sels.
19 janvier, 20cc contenu coulé.	1 h.	0,2472	0,0709	0,1763	28,7	71,3
	2 h.	0,3065	0,0539	0,2524	17,6	85,4
	3 h.	0,3361	0,0395	0,2986	11,8	88,2
20 janvier, 20cc contenu.	1 h.	0,2242	0,0708	0,1534	31,6	68,4
	2 h.	0,3880	0,0628	0,3252	16,2	83,8
	3 h.	0,2755	0,0327	0,2428	11,9	88,1
22 janvier, 20cc contenu.	1 h.	0,3538	0,1298	0,2240	36,6	63,4
	2 h.	0,3040	0,0562	0,2480	18,4	81,6
	3 h.	0,2490	0,0374	0,2116	15,0	85,0

Si au lieu de prendre l'ensemble des contenus observés, nous considérons à part celui d'avant le lavage, et ceux de 1 h., 2 h., 3 h. et 5 h. après, on s'aperçoit de suite qu'il y a une sorte de périodicité dans l'arrivée de la bile dans l'estomac. Tandis qu'avant le repas 90 °/₀ des liquides sont bilieux, pendant les deux premières heures de la digestion la bile n'apparaît que 50 fois pour cent, et en quantité assez faible pour ne donner qu'une teinte jaunâtre ou verdâtre au contenu. A la 3me heure les contenus bilieux sont de nouveau plus fréquents, soit le 77 °/₀, enfin pour la 5me h. on a la même proportion qu'avant le lavage, 90 °/₀ des contenus sont colorés par la bile. Il faut cependant remarquer que les jours où le sujet a bu durant l'expérience, ce qui maintenait toujours une certaine quantité de liquide dans l'estomac, la bile s'est trouvée rarement ou en petite quantité de la 1re à la 3me h. de la digestion. En particulier, pendant trois jours d'expé-

rience avec la bière, la bile ne s'est point montrée de la 1re à la 3me heure. Il semble donc que le contenu duodénal vienne chercher à un certain moment de la digestion la masse alimentaire. Il y aurait une sorte de brassage, de va-et-vient, du duodénum dans l'estomac et de l'estomac dans le duodénum. Pour s'assurer de la vacuité complète de l'estomac, on le lavait chaque matin très soigneusement, mais depuis quelques jours on a renoncé à le faire, parce que très souvent au lieu d'avoir un suc gastrique plus pur, on voyait ensuite monter dans l'entonnoir un flot de bile presque pure. Le contenu ainsi obtenu était donc bien plus impur que celui pris avant le lavage. Parfois, en prenant du suc, on observait que le liquide, d'abord incolore, arrivait brusquement d'un jaune intense; l'inverse s'est aussi présenté.

La présence si constante du contenu duodénal rendait intéressante la recherche de la trypsine dans le contenu stomacal. Dans ce but on neutralise 10 c. c. du contenu décanté ou filtré, et on laisse 24 h. à l'étuve avec quelques cubes d'albumine. Le crevassement caractéristique des cubes indique un commencement de digestion tryptique. Avant le déjeuner la trypsine s'est trouvée fréquemment dans le suc gastrique, soit 60 %. Pendant les deux premières heures il n'en a pas été constaté. A la 3me h., 14 % des contenus en renfermaient; enfin à la 5me h., 20 % des contenus ont montré une digestion tryptique évidente. D'après les chiffres indiqués, on voit qu'à la 3me h. sa présence est rare dans l'estomac, quoique les contenus bilieux soient déjà très abondants; à la 5me h. on la trouve un peu plus souvent, mais c'est surtout avant le déjeuner qu'elle est la plus fréquente.

Cette périodicité est assez en harmonie avec les faits constatés sur les animaux relativement à la présence de la trypsine dans le suc pancréatique; la trypsine du matin est sans doute encore de celle dont la formation a été provoquée par le souper, et celle de midi provient du nouvel acte secrétoire sollicité par le déjeuner[1]. Nous avons essayé, mais sans suc-

[1] Voir au sujet du rapport fonctionnel entre la rate et le pancréas, M. Schiff, *Schweiz. Zeitschr. für Wissensch. Medicin.*, 1862, et A. Herzen, *Pflüger's Archiv.*, Bd. XXX, 1883, ou *Bull. de la Soc. vaudoise des Sc. nat.*, XIX, 1883.

cès, de reconnaître la coïncidence des périodes riches en trypsine avec la congestion de la rate : la percussion ne donna point de résultat sûr; le toucher direct, que nous espérions pouvoir pratiquer par l'ouverture fistulaire, étant douloureux, dut être abandonné.

Chaque fois que cela a été possible, le dosage de l'acidité a été fait au moyen de la soude caustique et de la teinture de tournesol. Pour arriver à une plus grande exactitude, on essaya la phénolphtaléine comme indicateur; mais il fut remarqué que ce réactif, si exact pour les acides minéraux, n'était pas employable pour un mélange organique tel que le suc gastrique. La coloration rouge du réactif ne se montrait jamais au moment de la neutralisation, mais alors que le liquide bleuissait fortement le papier de tournesol. Pour s'assurer si cette différence était constante, ou si elle variait avec les contenus, j'ai fait de nombreux dosages comparés avec le tournesol et la phénolphtaléine comme indicateurs. La quantité de soude employée était toujours supérieure avec la phénolphtaléine, l'écart variait dans d'assez larges limites. Il se pourrait que cette différence vint d'acides organiques, qui empêcheraient la réaction de se produire.

Je ne me suis pas occupé jusqu'à présent de la question si controversée de la nature de l'acide. Ce qui paraît certain, c'est qu'il existe ordinairement, peut-être toujours, une certaine proportion d'acide libre. Ainsi une solution aqueuse de tropéoline a donné très souvent directement la réaction violette indiquant un acide libre. D'autre part, l'intéressante recherche de M. le prof. Herzen sur la pénétration de l'acide et de la pepsine, montre bien qu'une partie de l'acide est libre, puisqu'il diffuse plus rapidement que la pepsine[1]. M. Ch. Richet, dans une communication faite tout dernièrement à l'Académie des sciences à Paris, a montré par la dialyse du suc gastrique artificiel, que le mélange de pepsine et d'acide chlorhydrique diffuse plus lentement qu'une solution d'acide chlorhydrique pur. M. Richet conclut que, comme l'avait déjà admis M. Schiff depuis longtemps, l'acide chorhydrique est combiné à la pepsine dans le suc gastrique.

[1] *C. rendus de la Soc. de Biol.* Paris, 8me série, t. I, 18 avril 1884.

L'acidité a été rapportée en poids à HCl pour mille grammes de suc gastrique. En prenant la moyenne de mes 87 dosages, on trouve une acidité de 1,8 à 1,9 $^{00}/_{00}$. Cette moyenne est un peu supérieure à celle trouvée par M. Richet, qui indique 1,7 comme acidité moyenne pendant la digestion et 1,1 à jeun. En prenant la moyenne par heure, on trouve avant le déjeuner 1,2; pour la 1re h. 1,35; pendant les deux heures suivantes, 2,5, et enfin, à la 5me h. environ 2 $^{00}/_{00}$. Il ressort de ces chiffres, que l'acidité augmente peu à peu pendant les premières heures de la digestion, et que le maximum se trouve environ à la 3me h. Depuis ce moment l'acidité baisse de nouveau graduellement. Le contenu a été trouvé deux fois neutre, deux fois l'acidité n'a été que de 0,2 $^{00}/_{00}$. L'acidité maximale 4,2 $^{00}/_{00}$, a été observée à la 3me h. de la digestion, le jour où le patient a bu du vin rouge pendant l'expérience.

Ces diverses observations ont été résumées dans un tableau annexé à la présente note[1]; il y a été ajouté 3 colonnes indiquant approximativement le tant pour cent d'albumine digérée à la 1re, 2me et 3me heure de la digestion.

Voici les moyennes trouvées :

	MOYENNE GÉNÉRALE.	Expériences sans peptogènes.	Expériences avec peptogènes.
1 h.	5 %	3 %	10 %
2 h.	30 %	25 %	38 %
3 h.	55 %	50 %	67 %

Ces chiffres montrent avec évidence la bonne influence des peptogènes.

[1] Pour ce tableau, que nous n'avons pas la place de reproduire ici, nous renvoyons au *Bulletin de la Société vaudoise des Sciences naturelles.* (*Réd.*)

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS DE

AOUT 1884

Le 1er, forte rosée le matin.
2, rosée; éclairs à l'E. entre 11 h. s. et minuit.
3, rosée; à 3 h. du soir; un coup de tonnerre au N.; éclairs dans la soirée.
4, éclairs dans la soirée; hâlo lunaire à 10 h. du soir.
5, tonnerres au N. à midi 35 m. et au NO. à 1 h.; éclairs dans la soirée depuis 8 h.
6, rosée le matin; de 7 h. 25 m du soir à 9 h., éclairs et tonnerres au NNO. et au SSE.; à 10 h. forte pluie et éclairs dans toutes les directions.
7, à 5 h. 5 m. du soir, un coup de tonnerre à l'ONO.
8, très forte rosée; éclairs à l'E. dans la soirée.
9, forte rosée.
10, faible rosée.
11, très faible rosée; forte bise de 4 h. 25 m. à 5 h. du soir; éclairs au S. à 7 h. 20 m. du soir; à 7 h. 40 m. éclairs dans toutes les directions; de 9 à 10 h. du soir éclairs au SSE.
12, à 2 h. 32 m. du soir, 1er coup de tonnerre à l'O.; forte pluie de 2 h. 55 m. à 3 h. 25 m.; à 3 h. éclairs et tonnerres au N.; forte décharge électrique à 3 h. 1/4. Un second orage a lieu après 6 h. 40 m. du soir à l'O. et au S.; à 7 h. 1/4 éclairs et tonnerres sur tout l'horizon; à 9 h. tonnerre à l'O. et éclairs fréquents; à 10 h., il tonne, il pleut et les éclairs sont très fréquents; l'orage passe au NNE. et cesse vers 11 h. 1/2.
13, éclairs à l'E de 8 h. à 8 h. 35 m. du soir; éclairs au S. et au SO. vers 10 h.
14, à 3 h. 1/4 du soir quelques gouttes de pluie; éclairs à l'O. à 7 h. du soir; éclairs et tonnerres au NO à 7 h. 1/2; à 8 h. éclairs dans toutes les directions, avec fortes décharges électriques et forte pluie jusqu'à 8 h. 50 m.; brusque changement de direction du vent. Eclairs au S. à 10 h.
16, forte rosée.
18, tonnerres au NO. de 6 h. 40 m. à 6 h. 55 m. du matin; à 7 h. 1/2 du soir éclairs au SSE.; à 8 h. 10 m. éclairs dans plusieurs directions; à 10 h. orage à l'O. avec averse.
19, à 5 h. 55 m. du soir orage au SSE.; il passe à l'O. et au N. à 7 h.; éclairs au NE. à 9 h.; au SE. à 11 h. 1/4 avec un ciel clair.
20, éclairs au NO. à 7 h du soir, puis au SE. et à l'E. à 7 h. 1/2; à 10 h. éclairs à l'E. avec un ciel clair.
21, forte rosée; forte bise l'après-midi.
22, éclairs dans la soirée.
23, orage à 3 h. du matin.
24, très forte rosée.
25, rosée; éclairs à l'O. dans la soirée.
26, fort coup de vent dans la nuit.
28, très forte rosée; hâle le soir.
29, à 10 h. du matin il tombe par intermittence une pluie excessivement fine.
30, de 10 h. du matin à 5 h. du soir auréole violâtre autour du soleil de 50 à 60 degrés de diamètre extérieur. Lueur crépusculaire à 7 h. du soir; hâlo lunaire à 9 du soir.
31, très forte rosée; même auréole solaire que la veille; à 7 h. lueur crépusculaire.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 1er à minuit	731,43	Le 1er à 7 h. soir	727,79
4 à 8 h. matin	731,00	6 à 4 h. soir	726,25
7 à 10 h. matin	728,66	9 à 5 h, soir	726,23
11 à 8 h. soir	729,62	14 à 5 h. soir	726,23
16 à 8 h. matin	729,75	19 à 5 h. soir	725,67
24 à 9 h. matin	730,94	25 à 7 h. soir	722,01
31 à minuit	731,38		

GENÈVE. — AOUT 1884.

Jours du mois.	Baromètre: Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre: Écart avec la hauteur normale	Baromètre: Minim. observé au barogr.	Baromètre: Maxim. observé au barogr.	Température C.: Moyenne des 24 heures	Température C.: Écart avec la temp. normale	Température C.: Minim.	Température C.: Maxim.	Fract. de saturation en millièmes: Moy. des 24 h.	Fract. de saturation: Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation: Minim.	Fract. de saturation: Maxim.	Pluie ou neige: Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige: Nomb. d'h.	Vent dominant.	Nébulosité moyenne	Temp. du Rhône: Midi.	Temp. du Rhône: Écart avec la temp. normale	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°					mm.				°	°	cm
1	729,45	+ 1,53	727,79	731,43	+20,03	+ 1,26	+12,0	+27,7	722	+ 40	560	970	...	...	variable	0,18	+18,9	+ 0,2	209,3
2	728,64	+ 0,71	728,00	729,45	+22,99	+ 4,25	+13,7	+31,0	636	— 46	350	920	...	...	S. 1	0,08	20,1	+ 1,4	206,8
3	729,82	+ 1,88	728,88	730,57	+21,42	+ 2,72	+14,0	+29,1	672	— 11	490	900	...	...	NNE. 1	0,13	...	.....	205,4
4	729,90	+ 1,95	728,48	731,00	+24,27	+ 5,60	+17,2	+31,0	622	— 62	320	890	...	...	SSE. 1	0,28	21,3	+ 2,5	205,0
5	728,80	+ 0,85	727,41	730,00	+21,99	+ 3,36	+15,8	+27,1	741	+ 55	570	920	...	...	variable	0,58	21,6	+ 2,8	206,2
6	727,55	— 0,41	726,25	728,24	+21,17	+ 2,58	+15,9	+26,8	805	+118	640	930	5,0	4	variable	0,73	21,4	+ 2,6	205,2
7	727,91	— 0,05	727,02	728,66	+20,43	+ 1,88	+16,6	+26,6	794	+106	540	1000	3,5	4	N. 1	0,88	21,2	+ 2,4	206,1
8	727,62	— 0,34	726,25	728,55	+20,58	+ 2,08	+14,2	+26,3	754	+ 64	540	940	...	...	variable	0,58	20,4	+ 1,6	206,0
9	727,37	— 0,60	726,23	728,10	+20,09	+ 1,64	+12,6	+26,5	701	+ 10	510	940	...	...	N. 1	0,02	20,9	+ 2,1	206,2
10	728,32	+ 0,35	727,28	729,30	+21,27	+ 2,87	+12,9	+30,6	676	— 17	390	910	...	...	variable	0,23	...	.....	206,6
11	728,93	+ 0,96	727,04	729,62	+22,81	+ 4,46	+15,7	+32,3	662	— 32	370	870	...	...	variable	0,53	21,7	+ 2,8	206,5
12	728,62	+ 0,65	727,64	729,30	+19,33	+ 1,04	+13,5	+26,7	791	+ 95	610	920	3,2	1	variable	0,73	21,7	+ 2,9	207,0
13	728,05	+ 0,08	727,11	728,92	+21,53	+ 3,30	+15,0	+26,7	721	+ 23	540	930	3,0	2	N. 1	0,45	21,9	+ 3,1	209,5
14	727,23	— 0,74	726,23	728,96	+21,04	+ 2,87	+14,9	+29,0	738	+ 38	490	1000	8,3	1	variable	0,82	21,7	+ 2,9	210,0
15	728,86	+ 0,90	728,36	729,60	+19,47	+ 1,37	+14,2	+25,8	736	+ 35	510	990	0,2	...	NNE. 1	0,28	20,5	+ 1,7	210,6
16	728,57	+ 0,61	727,53	729,75	+18,37	+ 0,34	+11,7	+23,6	708	+ 5	530	930	...	...	N. 1	0,10	21,4	+ 2,6	213,1
17	727,86	— 0,09	726,50	728,93	+19,06	+ 1,10	+11,8	+28,0	730	+ 25	440	1000	...	...	variable	0,07	...	.....	212,8
18	727,24	— 0,71	725,70	728,85	+19,61	+ 1,72	+13,7	+27,0	726	+ 18	480	940	2,5	4	variable	0,87	20,4	+ 1,6	210,5
19	726,80	— 1,14	725,67	727,94	+19,26	+ 1,45	+14,4	+27,2	771	+ 61	430	1000	4,5	2	S. 1	0,80	21,2	+ 2,4	211,5
20	726,92	— 1,01	725,70	727,97	+17,78	+ 0,05	+11,9	+24,4	691	— 21	460	940	0,3	...	N. 1	0,62	21,3	+ 2,6	209,9
21	727,71	— 0,21	727,26	728,74	+16,61	— 1,04	+ 9,7	+22,6	726	+ 12	500	1000	...	...	N. 2	0,22	20,4	+ 1,7	210,3
22	727,98	+ 0,07	727,15	728,94	+18,41	+ 0,84	+12,9	+23,9	750	+ 34	540	940	...	...	N. 1	0,42	20,4	+ 1,7	211,0
23	728,37	+ 0,47	727,72	729,71	+18,71	+ 1,23	+14,0	+24,6	741	+ 22	490	930	1,1	2	NNE. 1	0,28	20,6	+ 2,0	207,5
24	729,63	+ 1,74	728,50	730,94	+18,43	+ 1,04	+11,6	+25,3	736	+ 15	480	890	...	...	NNE. 1	0,08	...	.....	206,3
25	726,86	— 1,02	724,20	729,05	+21,52	+ 4,22	+11,6	+30,1	621	—103	380	880	...	...	S. 1	0,57	21,2	+ 2,6	205,2
26	723,45	— 4,42	722,01	724,50	+17,99	+ 0,78	+14,8	+23,0	824	+ 98	600	960	10,5	13	variable	1,00	21,4	+ 2,8	204,0
27	724,15	— 3,70	722,81	726,33	+12,32	— 4,79	+ 9,0	+15,9	766	+ 37	620	910	2,2	1	variable	0,87	19,2	+ 0,7	205,7
28	725,79	— 2,05	724,50	726,76	+11,94	— 5,07	+ 5,0	+18,5	708	— 23	390	1000	...	...	variable	0,28	18,7	+ 0,2	209,0
29	725,85	— 1,97	724,40	729,83	+12,72	— 4,19	+ 8,8	+18,7	806	+ 72	620	950	6,9	5	S. 1	1,00	18,5	+ 0,1	205,0
30	730,55	+ 2,75	730,03	731,28	+14,38	— 2,42	+ 8,5	+21,6	722	— 14	420	1000	0,9	...	S. 1	0,30	15,7	— 2,7	203,5
31	728,54	+ 0,76	726,40	731,38	+15,33	— 1,37	+ 7,1	+23,8	722	— 17	450	970	...	...	variable	0,10	...	.....	202,2

MOYENNES DU MOIS D'AOUT 1884.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
Baromètre.								
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	728,75	728,70	729,30	729,15	728,30	727,67	727,81	728,62
2e »	728,16	728,12	728,43	728,38	727,52	727,08	727,36	728,22
3e »	727,44	727,36	727,72	727,64	727,00	726,45	726,55	727,19
Mois	728,10	728,04	728,46	728,37	727,59	727,05	727,22	727,98
Température.								
	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+17,38	+15,39	+18,20	+23,09	+26,25	+26,67	+24,24	+20,17
2e »	+16,36	+14,52	+16,66	+22,19	+25,77	+24,33	+21,01	+17,76
3e »	+13,40	+11,55	+12,79	+17,74	+20,28	+20,90	+17,97	+15,09
Mois	+15,64	+13,75	+15,78	+20,90	+23,97	+23,87	+20,98	+17,59
Fraction de saturation en millièmes.								
1re décade	843	932	818	655	523	531	624	774
2e »	852	950	867	634	503	547	663	804
3e »	834	921	851	665	586	549	705	797
Mois	843	934	845	652	539	542	665	792

	Therm. min.	Therm. max.	Température du Rhône.	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0	0		mm	cm
1re décade	+ 14,49	+ 28,27	+ 20,72	0,37	8,5	206,28
2e »	+ 13,68	+ 27,07	+ 21,31	0,53	22,0	210,14
3e »	+ 10,27	+ 22,54	+ 19,57	0,47	21,6	206,34
Mois	+ 12,73	+ 25,85	+ 20,53	0,45	52,1	207,55

Dans ce mois l'air a été calme 2,1 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,22 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 13°,9 E. et son intensité est égale à 4,97 sur 100.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS D'AOUT 1884.

Le 4, quelques coups de tonnerre de 6 à 7 h. du soir.
7, brouillard le matin, pluie pendant la journée.
11, vers 7 h. du soir éclairs et tonnerres au S.
12, éclairs et tonnerres de 4 à 9 h. du soir.
13, fort vent du NE. tout le jour; brouillard le soir.
14, pluie l'après-midi et le soir.
18, fort vent du SO. et pluie depuis 10 h. du matin.
20, brouillard et fort vent du NE. depuis l'après-midi jusque dans la matinée du 21.
21, neige dans la nuit du 20 au 21.
22, forte bise l'après-midi; brouillard depuis 4 h. du soir.
23, forte bise jusqu'à 7 h. du soir.
26, forte bise l'après-midi; brouillard depuis 4 h. du soir.
27, neige dans la nuit du 26 au 27; brouillard par une forte bise tout le jour.
29, fort vent depuis 10 h. du matin; brouillard à 10 h. du soir.
30, brouillard par une forte bise le matin.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 4 à minuit	573,85	Le 2 à 6 h. matin	570,54
11 à 9 h. soir	572,30	9 à 7 h. matin	569,10
16 à 11 h. soir	570,54	15 à 6 h. matin	568,39
18 à minuit	570,74	18 à 6 h. soir	568,82
24 à 8 h. soir	571,36	21 à 4 h. matin	565,99
31 à 1 h. matin	569,13	27 à 7 h. matin	559,54

SAINT-BERNARD. — AOUT 1884.

Jours du mois.	Baromètre.				Température C.				Pluie ou neige.			Vent dominant.		Nébulosité moyenne.
	Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum. observé au barographe	Maximum. observé au barographe	Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum absolu.	Maximum des 6 observat.	Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures.			
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°	millim.	millim.				
1	571,69	+ 2,81	571,18	572,49	+ 9,69	+ 3,29	+ 6,4	+13,0	.....	.....	....	NE.	1	0,22
2	571,42	+ 2,53	570,54	572,70	+ 9,43	+ 3,03	+ 6,6	+12,6	.....	.....	....	NE.	1	0,17
3	573,03	+ 4,13	572,71	573,83	+11,04	+ 4,65	+ 7,2	+14,7	.....	.....	....	NE.	1	0,07
4	573,14	+ 4,24	572,50	573,85	+10,01	+ 3,62	+ 8,0	+13,3	.....	.....	....	NE.	1	0,67
5	571,76	+ 2,86	571,23	573,05	+10,21	+ 3,83	+ 7,3	+15,6	.....	5,7	....	NE.	1	0,37
6	570,64	+ 1,74	570,07	571,51	+ 9,41	+ 3,04	+ 7,8	+12,6	.....	1,3	....	NE.	1	0,72
7	570,21	+ 1,32	569,84	570,89	+ 7,04	+ 0,69	+ 6,2	+11,0	.....	.....	....	NE.	1	0,93
8	569,55	+ 0,66	569,16	570,18	+ 7,44	+ 1,11	+ 5,8	+10,2	.....	7,0	....	NE.	1	0,85
9	569,62	+ 0,74	569,10	571,00	+ 8,34	+ 2,03	+ 5,0	+11,7	.....	.....	....	NE.	1	0,32
10	571,18	+ 2,31	570,50	571,80	+ 9,49	+ 3,21	+ 6,2	+13,9	.....	.....	....	NE.	1	0,15
11	572,00	+ 3,14	571,69	572,30	+10,71	+ 4,46	+ 7,4	+14,5	.....	.....	....	NE.	1	0,47
12	571,49	+ 2,64	571,10	572,20	+ 9,58	+ 3,36	+ 6,3	+13,5	.....	.....	....	NE.	1	0,55
13	570,26	+ 1,43	569,89	570,80	+ 7,88	+ 1,69	+ 5,2	+10,7	.....	8,0	....	NE.	2	0,60
14	569,80	+ 0,99	569,39	570,29	+ 8,29	+ 2,13	+ 5,8	+11,6	.....	.....	....	NE.	1	0,80
15	569,01	+ 0,22	568,39	569,74	+ 4,91	— 1,21	+ 3,8	+ 6,9	.....	6,3	....	NE.	1	0,55
16	569,57	+ 0,80	568,82	570,54	+ 8,94	+ 2,86	+ 4,6	+11,7	.....	.....	....	NE.	1	0,03
17	569,96	+ 1,21	569,50	570,42	+ 9,56	+ 3,52	+ 6,6	+12,9	.....	.....	....	NE.	1	0,02
18	569,85	+ 1,13	568,82	570,74	+ 6,81	+ 0,81	+ 5,5	+ 9,1	.....	.....	....	SO.	2	0,92
19	567,83	— 0,86	567,22	568,76	+ 5,73	— 0,22	+ 4,2	+ 9,5	.....	8,4	....	NE.	1	0,78
20	566,72	— 1,94	566,13	567,79	+ 3,03	— 2,87	+ 0,3	+ 7,0	.....	.....	....	NE.	2	0,73
21	567,14	— 1,49	565,99	568,74	+ 3,21	— 2,64	— 0,5	+ 5,5	.....	.....	....	NE.	2	0,42
22	568,78	+ 0,18	568,51	569,15	+ 6,13	+ 0,34	+ 4,0	+ 9,2	40	7,5	....	NE.	2	0,72
23	569,21	+ 0,65	568,38	570,24	+ 5,48	— 0,25	+ 3,8	+ 7,6	.....	0,2	....	NE.	2	0,50
24	570,59	+ 2,07	570,26	571,36	+ 6,99	+ 1,32	+ 4,0	+10,0	.....	0,4	....	NE.	1	0,07
25	569,85	+ 1,37	568,72	571,22	+ 8,99	+ 3,39	+ 5,0	+12,1	.....	.....	....	NE.	1	0,22
26	564,92	— 3,52	562,14	568,65	+ 5,16	— 0,37	+ 3,4	+ 8,6	.....	.....	....	NE.	2	1,00
27	560,73	— 7,67	559,54	561,95	— 3,84	— 9,30	— 3,8	— 2,7	.....	19,3	....	NE.	2	1,00
28	563,74	— 4,61	562,10	565,90	+ 1,49	— 3,90	— 5,0	+ 7,9	30	6,2	....	NE.	1	0,07
29	565,03	— 3,27	564,54	566,10	— 0,11	— 5,43	— 0,6	+ 1,6	.....	.....	....	SO.	2	0,82
30	567,45	— 0,80	566,18	569,08	— 0,02	— 5,26	— 2,0	+ 2,0	.....	7,4	....	NE.	1	0,47
31	568,53	+ 0,33	567,90	569,13	+ 6,51	+ 1,35	— 2,0	+10,7	.....	.....	....	NE.	1	0,18

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A MARTIGNY

pendant le

MOIS D'AOUT 1884

Le 1er, hâlo lunaire de 8 h. 1/4 à 9 h. 1/2 du soir.
3, fort vent de l'ONO. depuis 4 h. du soir.
5, éclairs de 8 h. 1/2 à 10 h. du soir.
6, éclairs dans la soirée; orage de 11 h. 1/2 du soir à minuit.
7, tonnerres à l'O. à 4 h. 1/2 du soir.
11, tonnerres au SO. de 4 h. 40 m. à 5 h. 20 m. du soir.
26, brouillard à 10 h. du matin.
27, brouillard dans la journée; très fort vent du NNO. vers 3 h et à 9 h. du matin.

Jours du mois.	Baromètre.				Température C.				Fraction de saturation en millièmes				Pluie ou neige		Vent dominant.	Nébulosité moyenne.
	Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum des 6 observat.	Maximum des 6 observat.	Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum absolu.	Maximum des 6 observat.	Moy. des 24 h.	Écart avec la fraction normale.	Minim.	Maxim.	Eau tombée d. les 24 h.	Nomb. d'h.		
	millim.	millim.	millim.	millim.	0	0	0	0					mm.			
1	722,37	....	721,23	724,50	+20,63	....	+12,8	+27,6	609	.....	360	760	....	...	ONO. 1	0,20
2	722,19	....	721,65	723,04	+21,85	....	+12,6	+28,2	572	.....	390	800	....	...	ONO. 1	0,18
3	722,36	....	721,56	723,63	+23,27	....	+13,7	+30,6	557	.....	390	760	....	...	ONO. 2	0,28
4	723,77	....	722,43	725,10	+21,90	....	+14,1	+28,2	630	.....	440	750	....	...	ONO. 1	0,37
5	722,16	....	720,98	724,18	+21,65	....	+14,4	+28,5	717	.....	430	820	....	...	NNO. 0	0,38
6	720,58	....	719,76	721,83	+21,90	....	+16,4	+27,6	694	.....	510	820	....	...	NNO. 1	0,62
7	721,52	....	720,51	722,14	+20,27	....	+15,7	+25,8	714	.....	440	980	11,2	...	ONO. 1	0,80
8	720,74	....	719,48	722,52	+20,93	....	+14,8	+26,5	672	.....	480	880	....	...	variable	0,30
9	720,82	....	719,99	721,51	+20,43	....	+13,4	+26,5	615	.....	400	850	....	...	variable	0,08
10	721,90	....	720,80	722,72	+21,12	....	+12,3	+27,0	619	.....	420	750	....	...	ONO. 1	0,23
11	722,90	....	720,75	723,87	+21,00	....	+14,0	+29,3	697	.....	410	880	3,1	...	ONO. 2	0,60
12	—	....	—	—	—	....	+12,8	—	—	.....	—	—	1,3	...	—	—
13	—	....	—	—	—	....	—	—	—	.....	—	—	....	...	—	—
14	—	....	—	—	—	....	—	—	—	.....	—	—	1,9	...	—	—
15	—	....	—	—	—	....	—	—	—	.....	—	—	4,5	...	—	—
16	—	....	—	—	—	....	—	—	—	.....	—	—	....	...	—	—
17	—	....	—	—	—	....	—	—	—	.....	—	—	....	...	—	—
18	—	....	—	—	—	....	—	—	—	.....	—	—	....	...	—	—
19	—	....	—	—	—	....	—	—	—	.....	—	—	5,4	...	—	—
20	—	....	—	—	—	....	—	—	—	.....	—	—	5,1	...	—	—
21	—	....	—	—	—	....	—	—	—	.....	—	—	5,5	...	—	—
22	—	....	—	—	—	....	—	—	—	.....	—	—	....	...	—	—
23	—	....	—	—	—	....	—	—	—	.....	—	—	....	...	—	—
24	—	....	—	—	—	....	—	—	—	.....	—	—	....	...	—	—
25	—	....	—	—	—	....	—	—	—	.....	—	—	....	...	—	—
26	716,53	....	714,79	718,29	+15,02	....	+14,8	+18,8	925	.....	810	940	12,6	...	ONO. 1	1,00
27	717,34	....	715,31	719,25	+10,35	....	+ 9,9	+15,0	800	.....	680	830	7,7	...	NNO. 1	0,98
28	719,09	....	718,12	720,50	+12,05	....	+ 5,8	+18,4	719	.....	440	830	....	...	NNO. 1	0,22
29	719,25	....	717,98	721,55	+12,75	....	+ 8,4	+17,0	835	.....	650	860	6,5	...	NNO. 1	0,98
30	723,69	....	723,19	724,06	+14,27	....	+10,6	+18,8	657	.....	480	790	1,4	...	NNO. 1	0,27
31	721,35	....	719,72	723,90	+14,72	....	+ 6,8	+22,1	720	.....	500	890	....	...	NNO. 1	0,12

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — AOUT 1884.

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade...	571,51	571,08	571,01	571,30	571,02	571,03	571,23	571,61
2e » ...	570,09	569,78	569,40	569,76	569,62	569,45	569,47	569,62
3e » ...	567,21	566,84	566,54	566,93	566,89	566,83	566,94	567,09
Mois	569,53	569,16	568,90	569,25	569,10	569,03	569,14	569,35

Température.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	0	0	0	0	0	0
1re décade...	+ 6,96	+10,90	+12,86	+11,49	+ 9,18	+ 8,02
2e » ...	+ 6,18	+ 9,51	+10,64	+ 9,21	+ 7,25	+ 6,61
3e » ...	+ 1,64	+ 4,71	+ 6,00	+ 5,86	+ 4,05	+ 3,69
Mois	+ 4,82	+ 8,25	+ 9,71	+ 8,76	+ 6,74	+ 6,03

	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade...	+ 6,65	+12,86	0,45	14,0	—
2e » ...	+ 4,97	+10,74	0,54	22,7	—
3e » ...	+ 0,57	+ 6,59	0,50	41,0	70
Mois	+ 3,95	+ 9,95	0,50	77,7	70

Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 8,52 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 101,1 sur 100.

RÉSUMÉ MÉTÉOROLOGIQUE

DE L'ANNÉE 1883

POUR

GENÈVE ET LE GRAND SAINT-BERNARD

PAR

M. A. KAMMERMANN
astronome-adjoint.

Ce résumé se rapporte, ainsi que cela a eu lieu pour les années antérieures, à l'année météorologique commençant le 1er décembre 1882 et finissant le 30 novembre 1883. Il clôt la longue série des observations bi-horaires diurnes, inaugurée en 1847 par M. E. Plantamour. A partir du 1er décembre 1883, ce mode d'observation a été remplacé par des observations tri-horaires, les observations de nuit étant fournies par des appareils enregistreurs. M. E. Gautier, directeur de l'Observatoire, a inséré une note sur ce sujet dans les *Archives* [1].

En installant un barographe de Hottinger au Grand Saint-Bernard en compagnie de M. Jules Maurer, assistant du bureau météorologique central, nous avons profité de l'occasion pour vérifier les instruments de la station. M. Maurer avait un excellent baromètre de voyage du système Wild, construit par Fuss de Berlin; la comparaison de celui-ci avec le baromètre Gourdon du Saint-Bernard, donna pour ce dernier une erreur de —0mm,49.

[1] *Archives*, 15 janvier 1884, tome XI, p. 107.

La correction employée jusqu'à maintenant était de — $0^{mm},45$; le baromètre n'avait donc pas varié depuis la dernière vérification, la faible différence entre les deux chiffres précités rentrant encore dans l'incertitude de la correction du baromètre Fuss. Le thermomètre de la station comparé à 0° et à + 8° avec un excellent thermomètre normal de Kew indiqua une température trop élevée de 0°,55. L'échelle du thermomètre est malheureusement fixée au moyen de cire, de sorte qu'un choc un peu fort a pu la faire descendre. Il est impossible d'indiquer l'époque à laquelle cet accident est arrivé; cette correction de — 0°,55 n'a donc été appliquée qu'à partir du mois de septembre 1883.

Dans un seul tableau donnant la marche de la température de 5 en 5 jours, on a fait usage de l'année civile. Celle-ci a été un peu plus froide que l'année météorologique, et cela de 0°,1 environ pour les deux stations; la différence entre la température des deux mois de décembre 1882 et 1883 est de — 1°,47 pour Genève et — 1°,16 pour le Grand Saint-Bernard.

Les valeurs normales des différents éléments météorologiques sont toutes empruntées aux « Nouvelles études sur le climat de Genève, » 1876 par E. Plantamour. Elles sont les moyennes des 50 années d'observation de 1826 à 1875 inclusivement. Les valeurs normales pour le Grand Saint-Bernard sont fournies par les moyennes des 27 années 1841 à 1867.

Les tableaux suivants donnent pour chaque station la température aux heures paires des différents mois de l'année météorologique; les formules représentant la variation diurne de la température, l'heure étant comptée à partir de midi; enfin les écarts entre la température de chaque mois et les moyennes indiquées.

Température a GENÈVE 1883.

ÉPOQUE	Midi	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	10 h.	(Minuit)	(14 h.)	(16 h.)	18 h.	20 h.	22 h.	Température moyenne	Minimum moyen	Maximum moyen
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
Déc. 1882.	+ 3,62	+ 3,81	+ 2,86	+ 2,23	+ 2,36	+ 2,31	+ 1,52	+ 0,79	+ 0,92	+ 1,54	+ 1,42	+ 2,39	+ 2,14	+ 0,08	+ 5,43
Janv. 1883	+ 3,37	+ 3,74	+ 3,33	+ 2,47	+ 2,03	+ 1,66	+ 1,12	+ 0,61	+ 0,61	+ 1,05	+ 0,97	+ 2,06	+ 1,91	− 0,42	+ 5,05
Février . .	+ 6,24	+ 7,53	+ 7,37	+ 6,14	+ 4,94	+ 3,87	+ 2,61	+ 1,81	+ 1,42	+ 1,86	+ 2,27	+ 4,58	+ 4,22	+ 0,94	+ 8,84
Mars . . .	+ 4,34	+ 4,86	+ 4,62	+ 3,56	+ 2,48	+ 1,67	+ 0,95	+ 0,28	− 0,24	+ 0,03	+ 1,11	+ 2,90	+ 2,21	− 0,88	+ 6,02
Avril . . .	+10,89	+11,98	+11,87	+10,67	+ 9,10	+ 7,52	+ 6,49	+ 5,60	+ 4,89	+ 4,76	+ 7,12	+ 8,96	+ 8,33	+ 3,91	+13,46
Mai	+16,12	+17,41	+17,29	+16,21	+14,26	+12,84	+11,99	+10,20	+ 9,17	+10,53	+12,85	+14,64	+13,63	+ 8,48	+19,08
Juin. . . .	+18,69	+19,35	+19,59	+18,20	+16,44	+14,60	+13,30	+12,10	+11,81	+13,57	+16,12	+17,90	+15,97	+11,42	+21,56
Juillet. . .	+21,09	+21,37	+21,25	+19,23	+17,30	+15,91	+14,69	+13,48	+13,11	+14,94	+17,51	+19,41	+17,43	+12,52	+23,34
Août . . .	+20,79	+21,87	+22,21	+20,85	+18,38	+16,48	+15,15	+13,08	+11,86	+13,00	+17,10	+19,43	+17,52	+11,47	+23,53
Septembre	+17,62	+17,98	+17,37	+15,74	+13,78	+12,75	+11,82	+11,02	+10,37	+10,76	+13,02	+15,97	+14,01	+ 9,61	+19,64
Octobre. .	+11,77	+12,04	+11,35	+ 9,88	+ 8,91	+ 8,05	+ 7,28	+ 6,61	+ 6,19	+ 6,43	+ 7,40	+ 9,87	+ 8,81	+ 5,08	+13,55
Novembre	+ 8,18	+ 8,38	+ 7,45	+ 6,39	+ 5,60	+ 5,40	+ 4,77	+ 4,22	+ 3,94	+ 4,11	+ 4,38	+ 6,93	+ 5,81	+ 2,79	+ 9,86
Hiver . . .	+ 4,35	+ 4,94	+ 4,42	+ 3,53	+ 3,05	+ 2,57	+ 1,72	+ 1,05	+ 0,97	+ 1,47	+ 1,53	+ 2,96	+ 2,71	+ 0,17	+ 6,36
Printemps	+10,44	+11,41	+11,25	+10,14	+ 8,61	+ 7,34	+ 6,48	+ 5,36	+ 4,60	+ 5,11	+ 7,02	+ 8,83	+ 8,05	+ 3,84	+12,85
Été	+20,21	+20,88	+21,03	+19,44	+17,38	+15,68	+14,39	+12,90	+12,26	+13,84	+16,92	+18,92	+16,99	+11,81	+22,82
Automne .	+12,52	+12,79	+12,05	+10,66	+ 9,42	+ 8,73	+ 7,95	+ 7,28	+ 6,83	+ 7,09	+ 8,26	+10,91	+ 9,54	+ 5,82	+14,34
Année . .	+11,92	+12,55	+12,23	+10,98	+ 9,65	+ 8,61	+ 7,67	+ 6,67	+ 6,19	+ 6,91	+ 8,47	+10,44	+ 9,36	+ 5,44	+14,14

Température au SAINT-BERNARD, 1883.

ÉPOQUE.	Midi	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	10 h.	(Minuit)	(14 h.)	(16 h.)	18 h.	20 h.	22 h.	Température moyenne.
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
Décembre 1882	− 5,95	− 5,90	− 6,33	− 6,71	− 6,81	− 6,77	− 7,30	− 7,73	− 7,70	− 7,38	− 6,98	− 6,33	− 6,82
Janvier 1883 . .	− 6,35	− 6,70	− 7,58	− 8,04	− 8,22	− 8,33	− 8,36	− 8,22	− 8,00	− 7,80	− 7,71	− 6,98	− 7,69
Février	− 3,79	− 3,78	− 4,90	− 5,99	− 6,45	− 6,76	− 6,97	− 7,09	− 7,04	− 6,78	− 5,88	− 4,55	− 5,83
Mars	− 8,25	− 7,98	− 8,81	−10,00	−10,76	−10,93	−11,22	−11,51	−11,64	−11,42	−10,25	− 9,16	−10,16
Avril	− 2,95	− 2,44	− 2,72	− 3,81	− 5,27	− 5,65	− 6,20	− 6,94	− 7,42	− 7,11	− 5,24	− 3,99	− 4,97
Mai	+ 3,55	+ 3,50	+ 3,07	+ 1,97	+ 0,59	− 0,07	− 0,70	− 1,14	− 1,46	− 0,72	+ 0,88	+ 2,52	+ 1,00
Juin	+ 5,97	+ 5,77	+ 5,56	+ 4,22	+ 3,15	+ 2,62	+ 1,56	+ 0,75	+ 0,65	+ 1,69	+ 3,04	+ 5,16	+ 3,34
Juillet	+ 7,55	+ 7,35	+ 6,64	+ 5,42	+ 4,48	+ 3,93	+ 2,68	+ 1,46	+ 1,30	+ 2,89	+ 4,46	+ 6,49	+ 4,55
Août	+ 9,62	+ 9,43	+ 8,85	+ 7,54	+ 6,57	+ 6,36	+ 5,52	+ 4,44	+ 3,90	+ 4,57	+ 6,77	+ 8,70	+ 6,86
Septembre . . .	+ 4,16	+ 4,24	+ 3,40	+ 2,59	+ 1,84	+ 1,52	+ 1,18	+ 0,96	+ 0,84	+ 1,04	+ 1,86	+ 3,18	+ 2,23
Octobre	+ 1,04	+ 0,78	− 0,11	− 0,89	− 1,36	− 1,17	− 1,77	− 2,08	− 2,23	− 2,05	− 1,22	+ 0,28	− 0,90
Novembre . . .	− 3,44	− 3,70	− 4,45	− 5,15	− 5,22	− 5,52	− 5,82	− 6,03	− 6,09	− 5,97	− 5,57	− 4,55	− 5,13
Hiver	− 5,41	− 5,52	− 6,32	− 6,94	− 7,18	− 7,31	− 7,56	− 7,70	− 7,60	− 7,34	− 6,89	− 6,00	− 6,81
Printemps . . .	− 2,54	− 2,30	− 2,82	− 3,95	− 5,15	− 5,55	− 6,04	− 6,52	− 6,83	− 6,41	− 4,87	− 3,54	− 4,71
Été	+ 7,73	+ 7,53	+ 7,03	+ 5,74	+ 4,75	+ 4,32	+ 3,27	+ 2,23	+ 1,96	+ 3,07	+ 4,78	+ 6,80	+ 4,93
Automne	+ 0,59	+ 0,44	− 0,38	− 1,15	− 1,57	− 1,72	− 2,13	− 2,38	− 2,49	− 2,32	− 1,64	− 0,36	− 1,26
Année	+ 0,12	+ 0,07	− 0,59	− 1,55	− 2,26	− 2,54	− 3,09	− 3,57	− 3,72	− 3,23	− 2,13	− 0,75	− 1,94

Formules de la variation diurne de la température à Genève, pendant l'année 1883.

Mois	Formule
Décembre 1882	$t = +2{,}14^{\circ} + 1{,}18^{\circ} \sin(\mu + 47{,}2^{\circ}) + 0{,}37^{\circ} \sin(2\mu + 95{,}6^{\circ}) + 0{,}38^{\circ} \sin(3\mu + 19{,}0^{\circ})$
Janvier 1883	$t = +1{,}91 + 1{,}45 \sin(\mu + 44{,}7) + 0{,}35 \sin(2\mu + 54{,}0) + 0{,}23 \sin(3\mu + 14{,}9)$
Février	$t = +4{,}22 + 2{,}96 \sin(\mu + 36{,}6) + 0{,}46 \sin(2\mu + 39{,}2) + 0{,}14 \sin(3\mu + 25{,}4)$
Mars	$t = +2{,}21 + 2{,}46 \sin(\mu + 43{,}9) + 0{,}46 \sin(2\mu + 68{,}3) + 0{,}03 \sin(3\mu + 209{,}5)$
Avril	$t = +8{,}33 + 3{,}51 \sin(\mu + 40{,}4) + 0{,}47 \sin(2\mu + 58{,}0) + 0{,}18 \sin(3\mu + 205{,}6)$
Mai	$t = +13{,}63 + 3{,}77 \sin(\mu + 42{,}4) + 0{,}38 \sin(2\mu + 102{,}7) + 0{,}46 \sin(3\mu + 264{,}3)$
Juin	$t = +15{,}97 + 3{,}80 \sin(\mu + 53{,}3) + 0{,}32 \sin(2\mu + 173{,}2) + 0{,}37 \sin(3\mu + 250{,}9)$
Juillet	$t = +17{,}43 + 4{,}08 \sin(\mu + 56{,}8) + 0{,}38 \sin(2\mu + 111{,}2) + 0{,}33 \sin(3\mu + 272{,}1)$
Août	$t = +17{,}52 + 4{,}86 \sin(\mu + 44{,}4) + 0{,}54 \sin(2\mu + 126{,}6) + 0{,}63 \sin(3\mu + 239{,}1)$
Septembre	$t = +14{,}01 + 3{,}72 \sin(\mu + 52{,}7) + 0{,}76 \sin(2\mu + 76{,}4) + 0{,}21 \sin(3\mu + 196{,}0)$
Octobre	$t = +8{,}81 + 2{,}79 \sin(\mu + 48{,}8) + 0{,}74 \sin(2\mu + 67{,}8) + 0{,}14 \sin(3\mu + 77{,}6)$
Novembre	$t = +5{,}81 + 2{,}04 \sin(\mu + 50{,}9) + 0{,}74 \sin(2\mu + 71{,}8) + 0{,}20 \sin(3\mu + 68{,}4)$

Formules de la variation diurne de la température au St-Bernard, pendant l'année 1883.

Mois	Formule
Décembre 1882	$t = -6{,}82 + 0{,}79 \sin(\mu + 55{,}8) + 0{,}25 \sin(2\mu + 116{,}6) + 0{,}13 \sin(3\mu + 16{,}1)$
Janvier 1883	$t = -7{,}69 + 0{,}85 \sin(\mu + 92{,}4) + 0{,}32 \sin(2\mu + 70{,}9) + 0{,}19 \sin(3\mu + 68{,}8)$
Février	$t = -5{,}83 + 1{,}61 \sin(\mu + 73{,}9) + 0{,}52 \sin(2\mu + 76{,}3) + 0{,}10 \sin(3\mu + 57{,}9)$
Mars	$t = -10{,}16 + 1{,}70 \sin(\mu + 65{,}2) + 0{,}50 \sin(2\mu + 69{,}7) + 0{,}07 \sin(3\mu + 318{,}9)$
Avril	$t = -4{,}98 + 2{,}33 \sin(\mu + 51{,}6) + 0{,}43 \sin(2\mu + 76{,}5) + 0{,}24 \sin(3\mu + 252{,}2)$
Mai	$t = +1{,}00 + 2{,}49 \sin(\mu + 60{,}3) + 0{,}41 \sin(2\mu + 89{,}0) + 0{,}14 \sin(3\mu + 219{,}3)$
Juin	$t = +3{,}34 + 2{,}62 \sin(\mu + 58{,}9) + 0{,}45 \sin(2\mu + 113{,}4) + 0{,}05 \sin(3\mu + 262{,}0)$
Juillet	$t = +4{,}55 + 2{,}89 \sin(\mu + 59{,}1) + 0{,}65 \sin(2\mu + 126{,}5) + 0{,}16 \sin(3\mu + 325{,}9)$
Août	$t = +6{,}86 + 2{,}58 \sin(\mu + 57{,}4) + 0{,}77 \sin(2\mu + 109{,}0) + 0{,}16 \sin(3\mu + 252{,}8)$
Septembre	$t = +2{,}23 + 1{,}62 \sin(\mu + 61{,}9) + 0{,}47 \sin(2\mu + 71{,}5) + 0{,}07 \sin(3\mu + 80{,}0)$
Octobre	$t = -0{,}90 + 1{,}42 \sin(\mu + 65{,}2) + 0{,}58 \sin(2\mu + 92{,}5) + 0{,}11 \sin(3\mu + 67{,}8)$
Novembre	$t = -5{,}13 + 1{,}12 \sin(\mu + 61{,}0) + 0{,}45 \sin(2\mu + 79{,}8) + 0{,}19 \sin(3\mu + 62{,}9)$

ÉPOQUE.	ÉCARTS. Température. Genève.	Température. Saint-Bernard.	Décroissement entre les deux stations.
	°	°	°
Décembre 1882..	+1,34	+0,77	+0,57
Janvier 1883.....	+1,99	+1,35	+0,64
Février	+2,62	+2,78	−0,16
Mars...........	−2,39	−2,84	+0,45
Avril	−0,64	−1,70	+1,06
Mai............	+0,43	+0,49	−0,06
Juin	−0,84	−0,75	−0,09
Juillet	−1,38	−1,61	+0,23
Août...........	−0,39	+0,88	−1,27
Septembre......	−0,65	−1,09	+0,44
Octobre	−1,07	−0,42	−0,65
Novembre	+1,26	+0,17	+1,09
Hiver 1882	+1,96	+1,60	+0,36
Printemps	−0,87	−1,35	+0,48
Été............	−0,86	−0,49	−0,37
Automne	−0,16	−0,45	+0,29
Année 1883.....	+0,02	−0,18	+0,20

L'hiver de l'année 1883 a été très chaud pour Genève; il occupe le deuxième rang dans la série des 50 années 1826 à 1875 et n'est dépassé que par l'hiver de 1834 pour lequel la température était de + 3°,90. L'écart probable de l'hiver est de ± 0°,89; celui de l'année 1883 le dépasse donc de plus du double. En examinant séparément chacun des mois de décembre, janvier et février, on voit que la température dépasse pour chacun d'eux la température normale d'une quantité notable; pour les deux mois de janvier et de février l'écart est plus fort que l'écart probable ; celui du mois de février est même le double de l'écart calculé. La haute température de l'hiver est donc due à la constance de la chaleur pendant les 3 mois qui le composent, plutôt qu'à une température très élevée pour un des mois. En compa-

rant la température de chacun d'eux avec celles de mois correspondants de 1826 à 1875, on voit qu'ils n'occupent pas une échelle bien élevée dans cette série. Dans le mois de janvier il n'y a que 5 jours pour lesquels l'écart a été négatif, et les écarts ont été tous positifs pour le mois de février.

Si l'hiver a été très chaud, les 3 autres saisons ont toutes en revanche des écarts négatifs; ceux-ci dépassent même pour le printemps et l'été les limites de l'écart probable. Le mois de mars a été particulièrement froid, son écart dépasse de plus du double les limites de l'écart probable. Dans tout le courant du mois on ne rencontre que 8 écarts positifs; le minimum est resté 19 fois au-dessous de 0°, tandis que le maximum descendait encore 3 fois au-dessous de cette limite. Le mois d'avril a encore une température inférieure à la normale; le mois de mai dépasse légèrement celle-ci, mais ne peut équilibrer la température basse des deux premiers mois du printemps.

L'écart a été négatif pour les trois mois de l'été. Pour le mois de juillet il dépasse même les limites de l'écart probable, tandis qu'il atteint presque celles-ci pour le mois de juin. L'été a donc été froid; son écart dépasse les limites de l'écart probable d'une quantité assez notable. Sur les 3 mois de l'automne, les deux premiers ont une température inférieure à la normale; l'écart du mois d'octobre dépasse même les limites de l'écart probable. Le mois de novembre a une température supérieure à la moyenne; l'écart est supérieur à l'écart probable, mais ne peut pas équilibrer la température basse des premiers mois. L'automne est encore plus froid que la normale d'une quantité assez petite.

Sur les 9 mois formant le printemps, l'été et l'automne,

on n'en trouve que deux ayant un écart positif. Malgré cela, et grâce à la température très élevée de l'hiver, l'année a une température légèrement supérieure à la normale.

Au Saint-Bernard la température présente sensiblement les mêmes caractères qu'à Genève : un hiver très chaud suivi de 3 saisons froides. La température de l'année est un peu moins élevée que la moyenne, l'écart positif de l'hiver étant un peu moins fort que pour Genève, et le printemps ayant un écart négatif, dépassant de 0°,5 celui de Genève.

Parmi les mois plus chauds que les normales on peut signaler les 3 mois d'hiver et les mois de mai, août et novembre. Les mois de mars et avril ont été beaucoup plus froids que la normale, ainsi que les mois de juillet et septembre. Le mois de février, qui ne présente aucun écart négatif à Genève, en possède 5 au Grand Saint-Bernard.

Les tableaux suivants renferment, sous la même forme que dans les résumés antérieurs, les résultats principaux que l'on peut déduire de la température moyenne des 24 heures, au point de vue des anomalies et de la variabilité de la température. A Genève, le jour le plus froid — 4°,15, tombe sur le 25 janvier 1883, et le jour le plus chaud + 25°60 sur le 9 juillet, ce qui donne une amplitude de 29°,75 pour la différence entre le jour le plus chaud et le jour le plus froid de l'année. Cette amplitude est faible, comparée à celle des années précédentes. Il en est de même pour celle entre le mois le plus froid, janvier avec + 1°,91, et le mois le plus chaud, août avec + 17°,52, qui n'est que de 15°,61. Les plus forts écarts soit négatifs soit positifs ne coïncident pas avec les

dates du 25 janvier et du 9 juillet; le 11 mars a l'écart négatif le plus fort — 7°,93, tandis que cet écart n'était que de — 4°,21 le 25 janvier. Nous trouvons de même un écart de + 11°,00 le 27 décembre 1882, tandis que le 9 juillet sa valeur était de + 6°,97. La température du 11 mars était de — 3°,79 soit de 3°,47 inférieure à celle attribuée par les valeurs normales au jour le plus froid de l'année. La température du 27 décembre était de + 10°,97, valeur assignée au 30 avril et au 6 novembre par les moyennes des 50 années 1826-1875.

Au Saint-Bernard, le jour le plus froid de l'année, — 19°,85 tombe sur le 13 mars, et le jour le plus chaud + 13°,23 sur le 14 août, ce qui donne une amplitude de 33°,08 entre le jour le plus froid et le jour le plus chaud de l'année. Cette valeur est bien supérieure à celle de Genève, quoique en moyenne l'amplitude au Saint-Bernard soit plus faible que dans la première station. Cette anomalie se présente encore pour l'amplitude entre le mois le plus froid, mars, avec — 10°,16, et le mois le plus chaud, août, avec + 6°,86, ce qui donne une amplitude de 17°,02 entre ces deux mois extrêmes. Le plus fort écart négatif, — 12°,45, tombe bien sur le 13 mars, jour le plus froid de l'année; mais l'écart positif maximum + 10°,00 tombe sur le 29 janvier; l'écart positif du jour le plus chaud, le 14 août est de + 7°,07 seulement.

Pendant les 3 mois de l'hiver 1883 on trouve deux jours seulement, le 1er et le 29 janvier, pour lesquels la température moyenne des 24 heures se soit élevée au-dessus de 0° au Saint-Bernard, et pas un seul mois dans lequel on ne trouve des jours dont la température se soit abaissée au-dessous de 0°. Mentionnons aussi le fait qu'au

Saint-Bernard les écarts extrêmes, négatif et positif, entre deux jours consécutifs pour toute l'année 1883, ont eu lieu à 6 jours d'intervalle. Du 22 au 23 janvier on trouve — 10°,45, et du 28 au 29 janvier on obtient + 10°,80 comme écart de la température entre ces jours consécutifs.

On a relevé pour Genève la température moyenne de 5 en 5 jours pour l'année civile, du 1er janvier au 31 décembre 1883 en inscrivant à côté l'écart, soit la différence avec le chiffre moyen calculé par la formule déduite des 50 années 1826-1875, Lorsque l'écart dépasse les limites de l'écart probable, et constitue ainsi une anomalie, le chiffre est mis entre parenthèses. Sur les 73 pentades, on en trouve 39 avec le signe +, et 33 avec le signe — quant à l'écart; pour une des pentades, du 11 au 15 mai, l'écart est nul. Sur les 39 écarts positifs, il s'en trouve 20 qui dépassent les limites de l'écart probable; sur ce nombre il y en a 5 de fin janvier au milieu de février, et 3 du commencement au milieu de juillet. L'écart positif maximum + 5°,34 tombe sur la première pentade de l'année du 1 au 5 janvier. Sur les 33 écarts négatifs plus de la moitié, 20, dépassent les limites de l'écart probable, et l'écart négatif maximum, — 6°,25, tombe sur la période du 7 au 11 mars; pendant tout le mois de mars le signe des écarts est négatif. On rencontre aussi 8 écarts négatifs, dont 6 dépassent les limites de l'écart probable du milieu de juillet à la fin d'août, et au commencement d'octobre on trouve également 3 pentades très froides. Les variations de la température ont été parfois très brusques : ainsi au milieu de juillet, entre la 39me et la 40me pentade, on trouve une différence de — 7°,53 produite par un brusque refroidissement de

l'air. Une différence encore plus considérable, mais en sens contraire, a lieu au milieu de décembre; la différence entre les écarts de la 69me et de la 70me pentade est de + 9°,55. La moyenne arithmétique des 73 pentades donne 9°,23 pour la température moyenne de l'année civile, soit un chiffre de 0°,12 inférieur à la moyenne.

La période du 10 au 14 juillet donne le chiffre le plus élevé pour la température d'une pentade, soit + 21°,71; celle du 7 au 11 mars donne le chiffre le plus bas, soit — 2°,35; l'amplitude entre ces deux périodes extrêmes est donc de 24°,06, soit un chiffre notablement inférieur à l'amplitude moyenne qui est de 27°,88.

GENÈVE, 1883.

ÉPOQUE	NOMBRE DE JOURS								Jour le plus froid	Jour le plus chaud
	très froids	froids		tempérés		chauds		très chauds		
	-10° à -5°	-5° à 0°	0° à +5°	+5° à +10°	+10° à +15°	+15° à +20°	+20° à +25°	+25° à +30°		
Déc. 1882 .	—	10	14	6	1	—	—	—	-2°,25 le 3	+10°,97 le 27
Janv. 1883.	—	7	20	4	—	—	—	—	-4,15 le 25	+9,65 le 1
Février. . .	—	—	19	9	—	—	—	—	+1,20 le 6	+6,42 le 10
Mars	—	10	13	8	—	—	—	—	-3,79 le 11	+9,51 le 31
Avril. . . .	—	—	4	16	10	—	—	—	+3,42 le 24	+13,02 le 28
Mai	—	—	—	5	12	14	—	—	+6,21 le 10	+18,91 le 24
Juin	—	—	—	—	9	19	2	—	+11,17 le 18	+20,30 le 29
Juillet . . .	—	—	—	—	12	12	5	2	+11,58 le 16	+25,60 le 9
Août	—	—	—	—	4	22	5	—	+13,29 le 16	+21,45 le 29
Septembre.	—	—	—	—	20	10	—	—	+10,72 le 30	+17,71 le 1
Octobre . .	—	—	—	23	8	—	—	—	+5,74 le 8	+14,50 le 20
Novembre .	—	—	13	15	2	—	—	—	+1,07 le 30	+13,39 le 7
Année . . .	—	27	83	86	78	77	12	2	-4°,15 le 25 Janvier 1883	+25°,60 le 9 Juillet 1883.

GENÈVE, 1883. — TEMPÉRATURE.

ÉPOQUE	Écarts négatifs	Écarts positifs	Nombre de changements de signe	Écarts moyens	Écarts extrêmes		Écarts moy. entre 2 jours consécut.	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs	
					négatifs	positifs		négatifs	positifs
Déc. . 1882	16	15	5	± 2°,73	− 4°,25 le 3	+11°,00 le 27	± 1°,76	− 3°,47 le 29	+ 8°,69 le 4
Janvier 1883	5	26	4	2,78	− 4,21 le 25	9,86 le 1	1,61	4,66 le 31	6,11 le 26
Février . . .	0	28	0	2,66	+ 0,28 le 20	5,31 le 10	1,15	2,05 le 20	4,57 le 8
Mars	23	8	8	3,29	− 7,93 le 11	2,81 le 31	1,97	3,81 le 23	5,29 le 25
Avril	18	12	5	2,50	− 6,63 le 24	4,35 le 3	1,65	4,95 le 7	2,89 le 28
Mai	12	19	7	2,36	− 6,15 le 10	4,74 le 15	1,68	5,08 le 20	4,00 le 13
Juin	18	12	4	2,25	− 6,04 le 18	3,10 le 2	1,26	2,51 le 9	3,09 le 24
Juillet	20	11	5	3,71	− 7,25 le 16	6,97 le 9	1,98	9,33 le 14	3,51 le 9
Août	18	13	5	2,30	− 4,66 le 17	4,54 le 29	1,15	4,19 le 15	3,53 le 14
Septembre .	17	13	11	1,44	− 4,66 le 5	2,40 le 25	1,23	3,74 le 4	4,64 le 25
Octobre . . .	20	11	9	2,37	− 5,49 le 8	5,39 le 20	1,57	6,05 le 21	5,97 le 20
Novembre . .	11	19	11	2,04	− 2,64 le 16	7,47 le 7	1,74	4,57 le 11	4,05 le 12
Année . . .	178	187	74	± 2,54	− 7,93 le 11 mars.	+11,00 le 27 décembre.	± 1,57	− 9°,33 le 14 juillet.	+ 8°,69 le 4 décembre.

SAINT-BERNARD, 1883.

ÉPOQUE	Nombre de jours dont la température est comprise entre								Jour le plus froid	Jour le plus chaud
	-20° et -15	-15° et -10	-10° et -5	-5° et 0	0° et +5	+5° et +10	+10° et +15	+15° et +20		
Décembre 1882.	1	8	8	14	—	—	—	—	-16°,21 le 2	-0°,33 le 31
Janvier 1883 . .	2	6	14	7	2	—	—	—	-16,86 le 24	+0,92 le 29
Février	—	2	15	11	—	—	—	—	-11,56 le 20	-1,28 le 9
Mars	8	5	14	4	—	—	—	—	-19,85 le 13	-1,39 le 30
Avril	—	1	12	17	—	—	—	—	-10,63 le 11	-0,81 le 5
Mai.	—	—	12	10	14	5	—	—	-6,23 le 10	+6,08 le 15
Juin	—	—	—	4	16	10	—	—	-3,16 le 22	+8,92 le 29
Juillet	—	—	—	3	13	11	4	—	-4,19 le 16	+12,26 le 9
Août	—	—	—	2	6	20	3	—	-1,26 le 17	+13,23 le 14
Septembre . . .	—	—	—	6	21	3	—	—	-2,20 le 6	+6,24 le 20
Octobre.	—	—	5	11	15	—	—	—	-8,25 le 23	+4,70 le 9
Novembre . . .	—	4	12	12	2	—	—	—	-11,91 le 14	+0,56 le 7
Année	11	26	82	101	89	49	7	—	-19°,85 le 13 mars 1883.	+13°,23 le 14 août 1883.

SAINT-BERNARD, 1883. — TEMPÉRATURE.

ÉPOQUE	Écarts négatifs	Écarts positifs	Nombre de changements de signe	Écarts moyens	Écarts extrêmes		Écarts moy. entre 2 jours consécut.	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs	
					négatifs	positifs		négatifs	positifs
Déc. 1882 . .	10	21	7	±3°,80	− 9°,41 le 2	+ 8°,24 le 31	±2°,44	− 5°,26 le 5	+ 9°,97 le 3
Janvier 1883.	10	21	9	3,72	7,79 le 24	10,00 le 29	3,35	10,45 le 23	10,80 le 29
Février . . .	5	23	7	3,34	2,91 le 20	7,69 le 9	2,24	6,82 le 16	4,89 le 21
Mars	21	10	8	4,36	12,45 le 13	4,33 le 30	2,59	5,81 le 28	8,14 le 30
Avril	23	7	3	2,87	6,41 le 11	4,25 le 1	1,47	6,14 le 7	3,15 le 26
Mai	14	17	8	2,55	6,07 le 10	5,55 le 15	1,89	4,93 le 20	6,73 le 13
Juin.	17	13	5	2,37	7,90 le 22	3,66 le 29	1,61	5,06 le 22	4,79 le 24
Juillet. . . .	18	13	1	4,08	10,33 le 16	6,41 le 9	1,84	5,34 le 22	3,73 le 29
Août	11	20	7	3,05	7,30 le 17	7,07 le 14	2,09	9,60 le 16	5,76 le 13
Septembre .	22	8	9	2,20	6,82 le 6	3,42 le 26	2,03	6,01 le 28	6,05 le 24
Octobre. . .	13	18	9	3,60	8,04 le 5	5,76 le 20	1,89	4,81 le 21	6,55 le 9
Novembre. .	15	15	8	2,86	7,34 le 11	6,85 le 30	2,35	6,89 le 11	8,19 le 12
Année . . .	179	186	81	±3,24	−12,45 le 13 mars 1883.	+10,00 le 29 janvier 1883.	±2,15	−10°,45 le 23 janvier.	+10°,80 le 29 janvier.

1883. Température de 5 en 5 jours, à Genève.

Date	Température moy.	Différence avec la formule	Date	Température moy.	Différence avec la formule
	°	°		°	°
1– 5 Janvier	+ 5,08	(+5,34)	30– 4 Juillet	+19,97	(+1,69)
6–10 id.	– 0,52	–0,21	5– 9 id.	+20,79	(+2,25)
11–15 id.	+ 1,68	+1,98	10–14 id.	+21,71	(+2,98)
16–20 id.	+ 3,26	(+3,46)	15–19 id.	+14,30	(–4,55)
21–25 id.	– 1,67	–1,64	20–24 id.	+14,21	(–4,68)
26–30 id.	+ 3,86	(+3,65)	25–29 id.	+14,74	(–4,13)
31– 4 Février	+ 3,67	(+3,15)	30– 3 Août	+16,13	(–2,64)
5– 9 id.	+ 3,52	(+2,65)	4– 8 id.	+16,78	(–1,81)
10–14 id.	+ 4,04	(+2,76)	9–13 id.	+16,96	–1,39
15–19 id.	+ 4,19	(+2,45)	14–18 id.	+15,73	(–2,30)
20–24 id.	+ 3,99	+1,76	19–23 id.	+17,19	–0,46
25– 1 Mars	+ 5,48	(+2,72)	24–28 id.	+19,93	(+2,73)
2– 6 Mars	+ 1,25	(–2,07)	29– 2 Septemb.	+18,85	(+2,15)
7–11 id.	– 2,35	(–6,25)	3– 7 id.	+13,36	(–2,77)
12–16 id.	+ 0,45	(–4,06)	8–12 id.	+14,00	(–1,52)
17–21 id.	+ 4,80	–0,33	13–17 id.	+15,08	+0,23
22–26 id.	+ 3,38	(–2,39)	18–22 id.	+14,67	+0,54
27–31 id.	+ 5,02	–1,41	23–27 id.	+13,69	+0,33
1– 5 Avril	+10,08	(+2,98)	28– 2 Octobre	+10,42	(–2,15)
6–10 id.	+ 6,56	–1,23	3– 7 id.	+ 7,18	(–4,56)
11–15 id.	+ 6,30	(–2,19)	8–12 id.	+ 7,95	(–2,93)
16–20 id.	+10,95	+1,76	13–17 id.	+11,50	(+1,50)
21–25 id.	+ 5,81	(–4,10)	18–22 id.	+ 9,82	+0,71
26–30 id.	+10,24	–0,38	23–27 id.	+ 8,49	+0,27
1– 5 Mai	+ 9,82	–1,53	28– 1 Novemb.	+ 7,44	+0,12
6–10 id.	+11,54	–0,53	2– 6 id.	+ 8,63	(+2,19)
11–15 id.	+12,78	0,00	7–11 id.	+ 8,26	(+2,69)
16–20 id.	+16,45	(+2,97)	12–16 id.	+ 4,11	–0,63
21–25 id.	+15,15	+0,99	17–21 id.	+ 5,00	+1,05
26–30 id.	+15,67	+0,84	22–26 id.	+ 3,84	+0,64
31– 4 Juin	+17,31	(+1,85)	27– 1 Décemb.	+ 3,93	+1,42
5– 9 id.	+17,00	+0,94	2– 6 id.	+ 2,28	+0,40
10–14 id.	+15,15	–1,48	7–11 id.	– 4,26	(–5,58)
15–19 id.	+13,93	(–3,18)	12–16 id.	+ 4,81	(+3,97)
20–24 id.	+13,49	(–4,07)	17–21 id.	– 0,53	–0,97
25–29 id.	+18,01	+0,06	22–26 id.	+ 0,54	+0,42
			27–31 id.	+ 0,99	+1,10

GENÈVE, 1883. — INDICATIONS DES THERMOMÉTROGRAPHES.

ÉPOQUE.	Minimum absolu.	Date.	Maximum absolu.	Date.	Nombre de jours: Minimum au-dessous de 0°.	Nombre de jours: Maximum au-dessous de 0°.
	°		°			
Déc. 1882...	— 4,5	le 3	+ 15,6	le 28	19	1
Janv. 1883..	— 5,8	le 25	+ 16,0	le 1	19	3
Février......	— 2,6	le 21	+ 12,8	le 22	8	0
Mars........	— 6,9	le 11	+ 15,1	le 31	19	3
Avril........	— 0,7	le 25	+ 19,7	le 18, 19	1	0
Mai	+ 2,1	le 12	+ 27,0	le 25	0	0
Juin	+ 4,9	le 23	+ 28,3	le 30	0	0
Juillet.......	+ 7,0	le 26	+ 32,4	le 9	0	0
Août........	+ 6,8	le 18	+ 29,3	le 28	0	0
Septembre...	+ 4,8	le 24	+ 23,7	le 26	0	0
Octobre.....	— 0,3	le 8	+ 20,6	le 16	1	0
Novembre...	— 3,2	le 25	+ 15,6	le 7	7	0
Année......	— 6,9	le 11 mars 1883.	+ 32,4	le 9 juillet 1883.	74	7

SAINT-BERNARD, 1883.

Époque.	Minimum.	Date.		Maximum.	Date.
	°			°	
Déc. 1882.	—16,8	le 2	6 h.m.	+ 1,7	le 31 à midi.
Janv. 1883	—18,9	le 27	2 h.s.	+ 3,6	le 29 à 2 h. s.
Février...	—12,5	le 12	6 h.m.	+ 3,0	le 9 à midi.
Mars.....	—21,8	le 13	8 h.m.	+ 1,7	le 31 à midi.
Avril.....	—13,2	le 11	6 h.m.	+ 2,8	le 17 à 2 h. s.
Mai......	— 8,8	le 10	10 h.s.	+ 9,8	le 24 et 25 à 4 h. s.
Juin......	— 4,0	le 23	6 h.m.	+14,0	le 29 à 4 h. s.
Juillet....	— 7,8	le 16	6 h.m.	+16,0	le 9 à 4 h. s.
Août.....	— 2,9	le 17	6 h.m.	+17,0	le 14 à 2 h. s.
Septembre.	— 5,0	le 26	8 h.m.	+ 9,4	le 20 à 2 h. s.
Octobre..	— 8,7	le 7	6 h.m.	+ 7,6	le 10 à midi.
Novembre.	—13,4	le 11	8 h.m.	+ 3,5	le 1 à 2 h. s.
Année...	—21,8	le 13 mars	8 h.m.	+17,0	le 14 août à 2 h. s.

Le minimum absolu de l'année enregistré à Genève au thermométrographe est de — 6°,9 le 11 mars. Ce chiffre est très faible; depuis 1825 on ne trouve que 3 années pour lesquelles on ait un nombre de degrés inférieur comme minimum absolu de l'année. La valeur probable du minimum absolu d'après les 50 années 1826 à 1875 est de — 12°,8 soit de 6° environ plus froide. Jamais le minimum n'a eu lieu si tard; il a lieu ordinairement au milieu de janvier et l'on ne trouve qu'une seule année, 1853, pour laquelle le minimum absolu de l'année ait eu lieu au mois de mars. Le maximum absolu + 32°,4 a eu lieu le 9 juillet, l'amplitude totale entre les deux extrêmes est ainsi de 39°,3. L'époque à laquelle le minimum s'est abaissé pour la dernière fois au-dessous de 0° au printemps est le 25 avril, — 0°,7 ; c'est aussi la date de la dernière gelée blanche. En automne la première gelée blanche a eu lieu le 8 octobre, et le minimum s'abaissait pour la première fois dans la saison au-dessous de 0°.

Au Saint-Bernard, où à défaut de thermométrographes on peut seulement noter les températures extrêmes marquées par le thermomètre de 6 h. du matin à 10 h. du soir, on trouve dans tous les mois des températures négatives ; la plus basse est de — 21°,8 le 13 mars à 8 h. du matin. On trouve également dans tous les mois des températures positives, et la plus élevée + 17°,0 a eu lieu le 14 août à 2 h. du soir. L'amplitude entre les deux températures extrêmes est donc de 38°,8.

La date à laquelle le petit lac a été entièrement débarrassé de glace n'est pas indiquée dans les tableaux originaux ; la congélation s'est effectuée dans la nuit du 9 au 10 octobre.

Température du Rhône en 1883.

ÉPOQUE.	Moyenne.	Excédant sur la moyenne 1853-1875	Minimum.	Maximum.	Différence entre la température de l'eau et celle de l'air.
	°	°	°	°	°
Décembre 1882 . .	+ 7,05	+0,44	+ 6,6 le 9 et le 12	+ 7,4 le 23 et 28-30.	+ 4,91
Janvier 1883 . . .	+ 6,52	+1,41	+ 5,6 le 23	+ 7,6 le 2	+ 4,61
Février	+ 6,26	+1,30	+ 5,8 le 1, 2 et 5-7	+ 7,2 le 27	+ 2,04
Mars	+ 5,92	−0,20	+ 5,1 le 3	+ 7,1 le 1	+ 3,71
Avril	+ 8,73	−0,05	+ 7,4 le 12	+ 9,9 le 20	+ 0,40
Mai	+11,57	−0,15	+ 7,7 le 11	+14,7 le 17	− 2,06
Juin	+14,82	−0,52	+ 9,7 le 22	+19,3 le 30	− 1,15
Juillet	+15,18	−2,91	+10,7 le 18	+20,5 le 10	− 2,25
Août	+17,29	−1,36	+10,4 le 11	+20,5 le 28	− 0,23
Septembre.	+15,84	−1,23	+10,7 le 5	+18,3 le 1	+ 1,83
Octobre	+11,51	−2,47	+ 7,4 le 1	+13,2 le 10, 12, 13 et 16	+ 2,70
Novembre	+ 8,80	−0,83	+ 6,4 le 14	+11,4 le 1, 2, 3.	+ 2,99
Année.	+10,77	−0,57	+ 5,1 le 3 mars.	+20,5 le 10 juillet et le 28 août.	+ 1,41

Température du Rhône en 1883.

ÉPOQUE	Écarts moyens d'un jour	Écarts extrêmes		Écarts moy. entre 2 jours consécutifs	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs	
		négatifs	positifs		négatifs	positifs
Décembre 1882	±0°,92	— 1°,2 le 1 et 2	+1°,8 le 31	±0°,16	— 0°,3 le 5 et 21	+ 0°,6 le 13
Janvier [1] 1883	1.49	+ 0,8 le 24	+2,1 le 2	0,13	— 0,7 le 24	+ 0,2 le 16 et 25
Février [1]	1,26	+ 0,9 le 15	+1,9 le 27	0,16	– 0,3 le 28	+ 0,6 le 16
Mars	0,56	— 1,1 le 28 et 29	+1,7 le 1	0,24	— 1,8 le 3	+ 0,3 le 30 et 31
Avril	0,84	— 2,0 le 30	+1,8 le 6	0,30	— 1,3 le 13	+ 0,7 le 5
Mai	1,45	— 3,5 le 11	+2,8 le 17	0,73	— 1,8 le 10	+ 2,6 le 17
Juin	2,06	— 6,3 le 22	+3,8 le 5	1,51	— 6,1 le 22	+ 3,2 le 28
Juillet	3,84	— 7,4 le 18 et 24	+2,9 le 10	1,06	— 4,3 le 12	+ 2,5 le 27
Août	2,08	— 8,5 le 11	+2,0 le 28	1,04	— 3,5 le 10	+ 1,7 le 3
Septembre	1,50	— 7,3 le 5	+0,6 le 20	0,83	— 2,2 le 21	+ 3,0 le 6
Octobre [2]	2,30	— 8,3 le 1	—0,3 le 31	0,72	— 3,0 le 5	+ 2,4 le 2
Novembre	1,13	— 3,7 le 10	+0,6 le 23	0,51	— 1,3 le 15	+ 0,3 le 20

[1] Pendant les mois de Janvier et Février l'écart a toujours été positif.
[2] Pendant tout le mois d'Octobre l'écart a été négatif.

GENÈVE, 1883. — Pression atmosphérique.

ÉPOQUE	Hauteur moyenne	Midi	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	10 h.	(Minuit)	(14 h.)	(16 h.)	18 h.	20 h.	22 h.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Décembre 1882	723,37	+0,12	-0,26	-0,15	+0,02	+0,20	+0,26	+0,12	-0,15	-0,42	-0,40	+0,06	+0,59
Janvier 1883 .	727,30	+0,02	-0,30	-0,15	-0,02	-0,09	0,00	+0,02	-0,01	-0,15	0,00	+0,20	+0,45
Février	732,15	+0,12	-0,36	-0,43	-0,12	+0,12	+0,35	+0,34	+0,03	-0,38	-0,27	+0,21	+0,44
Mars	721,55	-0,05	-0,46	-0,47	-0,19	+0,25	+0,30	+0,20	-0,10	-0,17	+0,04	+0,25	+0,34
Avril	724,26	-0,02	-0,46	-0,72	-0,50	-0,02	+0,08	+0,10	+0,05	+0,09	+0,41	+0,56	+0,48
Mai	725,00	+0,02	-0,27	-0,50	-0,54	-0,04	+0,31	+0,27	+0,01	-0,04	+0,16	+0,32	+0,28
Juin	726,17	-0,10	-0,35	-0,52	-0,40	-0,06	+0,35	+0,32	+0,22	+0,04	+0,20	+0,25	+0,10
Juillet	726,85	-0,09	-0,44	-0,62	-0,49	-0,10	+0,34	+0,40	+0,18	+0,06	+0,23	+0,33	+0,21
Août.	728,97	+0,13	-0,26	-0,58	-0,67	-0,24	+0,02	+0,06	-0,08	+0,05	+0,42	+0,61	+0,53
Septembre . .	726,08	-0,18	-0,50	-0,58	-0,35	+0,17	+0,40	+0,36	+0,17	+0,09	+0,11	+0,20	+0,17
Octobre	728,74	-0,02	-0,38	-0,45	-0,12	+0,21	+0,38	+0,41	+0,11	-0,26	-0,34	+0,11	+0,32
Novembre . . .	727,96	-0,09	-0,53	-0,48	-0,14	+0,29	+0,40	+0,33	+0,02	-0,22	-0,11	+0,20	+0,36
Hiver	727,45	+0,09	-0,30	-0,24	-0,04	+0,08	+0,20	+0,15	-0,05	-0,31	-0,22	+0,16	+0,50
Printemps. . .	723,59	-0,02	-0,40	-0,56	-0,41	+0,06	+0,23	+0,19	-0,01	-0,04	+0,20	+0,38	+0,37
Été	727,34	-0,02	-0,35	-0,57	-0,52	-0,13	+0,24	+0,26	+0,11	+0,05	+0,28	+0,40	+0,28
Automne . . .	727,61	-0,10	-0,47	-0,50	-0,20	+0,22	+0,39	+0,37	+0,10	-0,13	-0,12	+0,17	+0,28
Année.	726,49	-0,01	-0,38	-0,47	-0,29	+0,06	+0,27	+0,24	+0,04	-0,11	+0,04	+0,28	+0,36

SAINT-BERNARD, 1883. — Pression atmosphérique.

ÉPOQUE	Hauteur moyenne.	Midi	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	10 h.	(Minuit)	(14 h.)	(16 h.)	18 h.	20 h.	22 h.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Décembre 1882.	558,82	-0,03	-0,15	-0,12	+0,08	+0,25	+0,37	+0,26	-0,08	-0,36	-0,27	-0,12	+0,17
Janvier 1883 . .	561,13	-0,05	-0,16	+0,01	+0,17	+0,21	+0,16	+0,03	-0,15	-0,26	-0,19	+0,08	+0,21
Février	565,77	+0,04	+0,02	+0,10	+0,27	+0,40	+0,41	+0,15	-0,28	-0,57	-0,47	-0,15	+0,11
Mars	554,95	-0,03	-0,08	-0,01	+0,17	+0,33	+0,31	+0,10	-0,13	-0,26	-0,22	-0,18	-0,04
Avril	560,44	+0,06	+0,06	+0,08	+0,17	+0,29	+0,32	+0,14	-0,20	-0,41	-0,34	-0,19	-0,02
Mai.	563,85	-0,03	+0,05	+0,10	+0,21	+0,35	+0,49	+0,26	-0,16	-0,44	-0,42	-0,28	-0,15
Juin	565,82	+0,03	+0,03	+0,01	+0,11	+0,32	+0,39	+0,19	-0,18	-0,38	-0,33	-0,19	-0,03
Juillet	567,03	-0,08	+0,03	+0,02	+0,17	+0,26	+0,15	-0,01	-0,12	-0,18	-0,17	-0,09	0,00
Août	569,23	+0,10	+0,03	+0,01	+0,12	+0,18	+0,21	+0,14	-0,16	-0,38	-0,30	-0,03	+0,06
Septembre . . .	565,36	+0,02	-0,01	-0,02	+0,02	+0,18	+0,18	+0,01	-0,13	-0,17	-0,14	-0,02	+0,07
Octobre.	565,67	+0,03	-0,04	+0,05	+0,23	+0,45	+0,58	+0,29	-0,20	-0,62	-0,55	-0,23	-0,02
Novembre . . .	563,22	+0,03	-0,18	-0,09	+0,02	+0,08	+0,21	+0,02	-0,10	-0,16	-0,13	+0,09	+0,24
Hiver	561,78	-0,02	-0,11	-0,01	+0,17	+0,29	+0,31	+0,13	-0,17	-0,39	-0,30	-0,06	+0,15
Printemps . . .	559,74	0,00	+0,01	+0,06	+0,18	+0,32	+0,37	+0,17	-0,16	-0,37	-0,33	-0,22	-0,07
Été	567,37	+0,02	+0,04	+0,02	+0,14	+0,26	+0,26	+0,11	-0,15	-0,31	-0,26	-0,10	+0,01
Automne	564,76	+0,03	-0,08	-0,02	+0,09	+0,24	+0,33	+0,11	-0,14	-0,32	-0,28	-0,06	+0,09
Année	563,42	+0,01	-0,04	+0,01	+0,14	+0,28	+0,32	+0,13	-0,16	-0,35	-0,29	-0,11	+0,05

Si l'on prend la différence entre la pression atmosphérique observée à Genève et au Saint-Bernard, on trouve pour le poids de la couche d'air comprise entre les deux stations :

ÉPOQUE	Hauteur moyenne.	Midi	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	10 h.	(Minuit)	(14 h.)	(16 h.)	18 h.	20 h.	22 h.
Hiver	165,67	+0,11	-0,19	-0,23	-0,21	-0,21	-0,11	+0,02	+0,12	+0,08	+0,08	+0,22	+0,35
Printemps . . .	163,85	-0,02	-0,41	-0,62	-0,59	-0,26	-0,14	+0,02	+0,15	+0,33	+0,53	+0,60	+0,44
Été	159,97	-0,04	-0,39	-0,59	-0,66	-0,39	-0,02	+0,15	+0,26	+0,36	+0,54	+0,50	+0,27
Automne	162,85	-0,13	-0,39	-0,48	-0,29	-0,02	+0,06	+0,26	+0,24	+0,19	+0,16	+0,23	+0,19
Année	163,07	-0,02	-0,34	-0,48	-0,43	-0,22	-0,05	+0,11	+0,20	+0,24	+0,33	+0,39	+0,31

Formules de la variation diurne du baromètre à Genève, pendant l'année 1883.

	mm	mm	mm	mm
Décembre 1882.	b = 723,37	+0,10 sin (μ + 28,8°)	+0,34 sin (2 μ +153,1°)	+0,13 sin (3 μ +188,6°)
Janvier 1883 . .	b = 727,30	+0,12 sin (μ +154,7)	+0,17 sin (2 μ +170,0)	+0,12 sin (3 μ +200,6)
Février	b = 732,15	+0,08 sin (μ +246,9)	+0,40 sin (2 μ +145,8)	+0,12 sin (3 μ +203,5)
Mars	b = 721,55	+0,16 sin (μ +224,5)	+0,34 sin (2 μ +168,6)	+0,03 sin (3 μ +163,5)
Avril	b = 724,26	+0,42 sin (μ +187,7)	+0,32 sin (2 μ +169,2)	+0,01 sin (3 μ +149,0)
Mai	b = 725,00	+0,27 sin (μ +199,9)	+0,29 sin (2 μ +146,6)	+0,08 sin (3 μ +342,9)
Juin.	b = 726,17	+0,32 sin (μ +220,1)	+0,23 sin (2 μ +147,2)	+0,07 sin (3 μ +210,8)
Juillet.	b = 726,85	+0,39 sin (μ +213,5)	+0,27 sin (2 μ +146,7)	+0,05 sin (3 μ +307,3)
Août	b = 728,97	+0,46 sin (μ +170,5)	+0,28 sin (2 μ +157,7)	+0,07 sin (3 μ +338,1)
Septembre . . .	b = 726,08	+0,35 sin (μ +231,6)	+0,27 sin (2 μ +158,2)	+0,02 sin (3 μ + 74,5)
Octobre.	b = 728,74	+0,18 sin (μ +264,6)	+0,35 sin (2 μ +144,0)	+0,11 sin (3 μ +191,8)
Novembre . . .	b = 727,96	+0,20 sin (μ +248,8)	+0,38 sin (2 μ +161,0)	+0,08 sin (3 μ +189,2)

Formules de la variation diurne du baromètre au Saint-Bernard, pendant l'année 1883

Décembre 1882.	b = 558,82	+0,19 sin (μ +327,7)	+0,24 sin (2 μ +147,7)	+0,05 sin (3 μ +225,9)
Janvier 1883 . .	b = 561,13	+0,11 sin (μ + 2,6)	+0,18 sin (2 μ +180,7)	+0,07 sin (3 μ +206,2)
Février	b = 565,77	+0,35 sin (μ +358,9)	+0,24 sin (2 μ +154,1)	+0,05 sin (3 μ +236,7)
Mars	b = 554,95	+0,23 sin (μ +337,0)	+0,14 sin (2 μ +164,1)	+0,02 sin (3 μ + 73,6)
Avril	b = 560,44	+0,28 sin (μ +354,8)	+0,16 sin (2 μ +142,9)	+0,02 sin (3 μ +309,8)
Mai	b = 563,85	+0,37 sin (μ +341,3)	+0,17 sin (2 μ +136,7)	+0,05 sin (3 μ +313,3)
Juin.	b = 565,82	+0,26 sin (μ +345,1)	+0,18 sin (2 μ +142,8)	+0,03 sin (3 μ +348,0)
Juillet.	b = 567,03	+0,16 sin (μ +351,5)	+0,08 sin (2 μ +188,4)	+0,02 sin (3 μ +118,1)
Août	b = 569,23	+0,19 sin (μ + 3,7)	+0,17 sin (2 μ +142,5)	+0,04 sin (3 μ +251,1)
Septembre . . .	b = 565,36	+0,10 sin (μ +359,4)	+0,11 sin (2 μ +161,1)	+0,02 sin (3 μ + 50,2)
Octobre.	b = 565,67	+0,42 sin (μ +344,5)	+0,27 sin (2 μ +148,7)	+0,03 sin (3 μ +258,0)
Novembre. . . .	b = 563,22	+0,03 sin (μ +351,4)	+0,18 sin (2 μ +199,6)	+0,05 sin (3 μ +217,3)

Si l'on compare la hauteur moyenne du baromètre pour chaque mois avec les valeurs moyennes, déduites pour Genève des 40 années 1836-1875, et pour le Saint-Bernard des 27 années 1841-1867, on trouve les écarts suivants :

Époque.	ÉCARTS Genève.	Saint-Bernard.	Genève–St-Bernard.
	mm	mm	mm
Décembre 1882	— 4,59	— 3,50	—1,09
Janvier 1883..	— 0,07	+ 0,64	—0,71
Février	+ 5,31	+ 5,53	—0,22
Mars	— 3,48	— 4,76	+1,28
Avril	— 0,51	— 1,19	+0,68
Mai	— 0,24	+ 0,01	—0,25
Juin	— 1,02	— 1,29	+0,27
Juillet	— 0,80	— 1,45	+0,65
Août	+ 1,31	+ 0,83	+0,48
Septembre....	— 1,55	— 2,09	+0,54
Octobre	+ 2,24	+ 1,07	+1,17
Novembre	+ 2,11	+ 1,19	+0,92
Année mét. 1883.	— 0,15	— 0,46	+0,31

A Genève le baromètre a été en moyenne peu différent de la normale; au Saint-Bernard il a été de $0^{mm},5$ environ inférieur. On rencontre dans cette dernière station 6 écarts positifs pour 6 écarts négatifs, tandis qu'à Genève il n'y a que 4 écarts positifs. On trouve 2 forts écarts négatifs pour les mois de décembre et de mars, et 3 forts écarts positifs pour les mois de février, octobre et novembre. Il n'y a que 4 mois pour lesquels la pression atmosphérique a été relativement plus faible à Genève qu'au Grand Saint-Bernard. Ces écarts dépassent 1^{mm} en décembre, mars et octobre; en moyenne dans l'année, la différence est de $+ 0^{mm},31$.

Avec les données suivantes pour l'année 1883 : 726^{mm},49 et 563^{mm},42 pour la hauteur moyenne du baromètre dans les deux stations ; + 9°36 et — 1°94 pour la température moyenne, 0,78 et 0,81 pour la fraction moyenne de saturation, on trouve d'après les « tables hypsométriques » de M. E. Plantamour 2071^{m},3 pour la différence d'altitude des deux stations; le nivellement direct avec le niveau à lunette a donné 2070^{m},3.

Les tableaux suivants renferment les données qui permettent d'apprécier la variabilité du baromètre dans chaque station, soit que l'on considère l'écart entre la hauteur moyenne du baromètre pour chaque jour, et la valeur normale, ou la variation entre deux jours consécutifs, soit que l'on considère les minima et les maxima absolus observés dans chaque mois. On verra que le maximum absolu est très élevé ; il n'a été dépassé pendant les 40 années de 1836-1875 que 3 fois en 1849, 1854 et 1859. L'amplitude dépasse aussi l'amplitude moyenne de près de 4^{mm}.

GENÈVE, 1883. — PRESSION ATMOSPHÉRIQUE.

ÉPOQUE	Écarts négatifs	Écarts positifs	Nombre de changements de signe	Écarts moyens	Écarts extrêmes		Écarts moy. entre 2 jours consécutifs	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs	
					négatifs	positifs		négatifs	positifs
				mm	mm	mm	mm	mm	mm
Déc. 1882 .	24	7	7	± 5,48	-19,07 le 7	+ 7,42 le 20	±3,51	-11,04 le 4	+10,86 le 8
Janv. 1883.	13	18	5	6,61	-18,50 le 13	+ 8,42 le 19	3,73	-10,32 le 31	+11,83 le 27
Février. . .	4	24	5	6,57	-10,49 le 1	+18,05 le 23	2,34	- 3,34 le 18	+ 6,21 le 20
Mars	20	11	4	6,89	-15,25 le 10	+ 8,99 le 4	4,05	- 8,89 le 6	+14,03 le 28
Avril. . . .	15	15	5	4,57	-14,11 le 28	+ 6,99 le 4	2,62	- 7,11 le 28	+ 6,58 le 25
Mai	12	19	5	4,26	-11,52 le 1	+ 7,23 le 12	2,30	- 6,27 le 1	+ 7,65 le 11
Juin	17	13	6	2,16	- 8,24 le 6	+ 4,16 le 13	1,65	- 5,42 le 5	+ 3,19 le 13
Juillet . . .	20	11	9	2,17	- 5,23 le 20	+ 5,41 le 16	1,82	- 4,74 le 18	+ 4,33 le 16
Août	9	22	8	1,77	- 3,59 le 31	+ 3,83 le 12	1,47	- 3,34 le 31	+ 5,16 le 1
Septembre.	15	14	6	2,89	-11,99 le 30	+ 3,86 le 17	2,20	- 7,65 le 29	+ 7,54 le 23
Octobre . .	11	20	5	4,14	- 8,28 le 4	+12,45 le 8	2,79	- 7,70 le 4	+ 6,73 le 7
Novembre .	10	20	10	4,35	- 7,96 le 26	+10,63 le 29	3,19	- 6,79 le 12	+ 9,52 le 27
Année . . .	170	194	75	±4,31	-19,07 le 7 décembre 1882	+18,05 le 23 février	±2,64	-11,04 le 4 décemb. 1882	+14,03 le 28 mars

L'écart a été nul le 13 septembre.

SAINT-BERNARD, 1883. — PRESSION ATMOSPHÉRIQUE.

ÉPOQUE	Écarts négatifs	Écarts positifs	Nombre de changements de signe	Écarts moyens	Écarts extrêmes		Écarts moy. entre 2 jours consécutifs	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs	
					négatifs	positifs		négatifs	positifs
				mm	mm	mm	mm	mm	mm
Déc. 1882 .	18	13	3	± 5,90	-14,51 le 7	+ 7,03 le 20	±2,90	- 8,63 le 23	+ 6.60 le 8
Janv. 1883.	14	17	5	4,90	-10,78 le 13	+ 8,44 le 1	3,35	- 8,19 le 31	+ 7,00 le 17
Février . .	1	27	1	6,19	- 6,20 le 1	+15,17 le 23	2,18	- 3,54 le 6	+ 6,53 le 2
Mars. . . .	23	8	2	6,83	-17,18 le 10	+ 5,96 le 1	2,85	-10,02 le 6	+ 7,37 le 13
Avril. . . .	18	12	3	4,27	- 8,99 le 24	+ 6,88 le 4	1,84	- 4,56 le 28	+ 4,50 le 15
Mai	15	16	5	3,96	- 9,66 le 1	+ 5,63 le 24	2,03	- 3,88 le 1	+ 5,74 le 11
Juin	18	12	6	2,26	- 6,48 le 6	+ 2,87 le 30	1,31	- 4,29 le 5	+ 3,93 le 20
Juillet . . .	20	11	3	2,69	- 4,84 le 19	+ 3,48 le 9	1,04	- 3,11 le 14	+ 1,88 le 16
Août. . . .	13	18	8	1,76	- 3,81 le 10	+ 3,86 le 13	1,38	- 4,14 le 15	+ 3,82 le 12
Septembre.	20	10	6	2,74	-11,24 le 30	+ 3,13 le 26	1,74	- 5,00 le 29	+ 4,10 le 3
Octobre . .	11	20	5	4,34	- 9,92 le 4	+ 7,54 le 30	2,04	- 4,82 le 4	+ 5,97 le 8
Novembre .	16	14	6	3,37	- 5,52 le 13	+ 9,15 le 29	1,78	- 5,52 le 13	+ 9,15 le 29
Année . . .	187	178	53	±4,09	-17,18 le 10 mars	+ 9,15 le 29 novembre	±2,04	-10,02 le 6 mars	+ 9,15 le 29 novembre

GENÈVE, 1883.

Époque.	Minimum absolu.	Date.	Maximum absolu.	Date.	Amplitude.
	mm		mm		mm
Déc. 1882.	705,28	le 7	735,69	le 20	30,41
Janv. 1883.	707,68	le 13	738,54	le 27	30,86
Février ...	712,75	le 1	745,16	le 23	32,41
Mars.....	708,08	le 10	735,80	le 3	27,72
Avril.....	708,96	le 28	732,47	le 4	23,51
Mai......	712,82	le 1	732,89	le 12	20,07
Juin	717,92	le 6	732,10	le 22	14,18
Juillet....	721,46	le 20	735,88	le 16	14,42
Août	721,26	le 31	732,55	le 18	11,29
Septembre.	714,43	le 30	731,72	le 17	17,29
Octobre ..	715,70	le 4	739,83	le 8	24,13
Novembre.	717,25	le 26	737,81	le 28	20,56
Année....	705,28	le 7 déc.	745,16	le 23 févr.	39,88

SAINT-BERNARD, 1883.

Époque.	Minimum absolu.	Date.	Maximum absolu.	Date.	Amplitude.
	mm		mm		mm
Déc. 1882.	546,17	le 7	569,02	le 20	22,85
Janv. 1883.	548,94	le 13	570,14	le 1	21,20
Février ...	550,44	le 1	575,68	le 22	25,24
Mars.....	541,28	le 10	566,14	le 1	24,86
Avril.....	552,48	le 29	567,91	le 5	15,43
Mai......	552,51	le 1	570,82	le 24	18,31
Juin	558,62	le 6	571,05	le 30	12,43
Juillet....	563,02	le 19	572,33	le 9	9,31
Août	564,36	le 10	572,97	le 13	8,61
Septembre.	554,11	le 30	570,34	le 26	16,23
Octobre ..	555,08	le 4	573,36	le 9	18,28
Novembre.	556,25	le 13	571,60	le 29	15,35
Année....	541,28	le 10 mars.	575,68	le 22 févr.	34,40

GENÈVE, 1883. — Tension de la vapeur.

ÉPOQUE	Midi	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	10 h.	18 h.	20 h.	22 h.	TENSION moyenne des 24 h.	TENSION Minimum absolu	TENSION Maximum absolu
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Décembre 1882.	4,87	4,98	4,92	4,83	4,88	4,96	4,67	4,69	4,84	4,83	2,64	8,71
Janvier 1883 . .	4,68	4,68	4,68	4,61	4,55	4,45	4,41	4,39	4,54	4,52	2,28	9,55
Février	4,97	4,92	5,06	5,18	5,13	5,01	4,72	4,74	5,12	4,96	3,36	6,66
Mars	3,97	4,00	3,97	4,16	4,25	4,19	3,91	4,03	3,99	4,01	1,92	7,79
Avril	5,24	5,15	5,23	5,56	5,75	5,77	5,46	5,67	5.47	5,43	2,90	9,15
Mai	7,93	7,68	7,52	7,84	8,45	8,42	8,27	8,13	8,09	8,00	3,16	12,87
Juin	9,82	9,75	9,48	9,75	10,02	10,41	10,10	10,38	10,14	9,94	5,42	14,51
Juillet	10,55	10,63	10,49	10,94	11,11	11,02	10,83	11,25	11,19	10,84	6,19	17,65
Août	11,15	10,91	11,06	10,86	11,39	10,97	10,02	10,88	11,11	10,82	6,75	15,83
Septembre . . .	10,14	9,82	10,08	10,02	9,92	9,75	8,96	9,69	9,91	9,62	6,30	13,55
Octobre.	7,72	7,51	7,46	7,64	7,41	7,22	6,86	7,10	7,49	7,25	4,51	11,76
Novembre . . .	5,93	5,76	5,82	5,90	5,76	5,70	5,58	5,67	5,78	5,74	2,99	9,28
Hiver	4,84	4,86	4,88	4,86	4,84	4,80	4,59	4,60	4,82	4,76	2,28	9,55
Printemps . . .	5,72	5,62	5,58	5,86	6,15	6,13	5,88	5,95	5,85	5,82	1,92	12,87
Été	10,51	10,44	10,35	10,53	10,85	10,80	10,32	10,84	10,82	10,54	5,42	17,65
Automne	7,93	7,70	7,79	7,85	7,70	7,56	7,13	7,48	7,73	7,53	2,99	13,55
Année	7,26	7,16	7,16	7,29	7,40	7,34	6,99	7,23	7,32	7,18	1,92	17,65

GENÈVE, 1883. — Fraction de saturation en millièmes.

ÉPOQUE	Midi	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	10 h.	(Minuit)	(14 h.)	(16 h.)	18 h.	20 h.	22 h.	Fraction moyenne	Minimum absolu	Maximum absolu
Déc. 1882 .	805	824	863	889	891	902	908	911	903	898	902	868	880	480	1000, 62 fois
Janvier 1883	790	774	798	835	849	856	863	870	875	878	877	838	842	430	1000, 6 »
Février. . .	700	643	669	737	791	832	854	870	884	892	873	801	796	400	1000, 3 »
Mars	635	626	621	700	761	793	814	829	840	835	793	703	746	290	1000, 2 »
Avril	534	493	508	580	657	734	782	838	873	837	739	632	684	280	1000, 5 fois
Mai	580	521	524	581	701	755	815	874	901	854	723	648	706	230	1000, 1 »
Juin	626	584	562	637	713	834	869	887	899	869	757	663	742	300	1000, 1 »
Juillet . . .	561	565	561	663	750	806	837	852	861	843	747	663	726	310	1000, 4 »
Août	606	557	559	587	715	785	831	885	924	893	742	660	729	360	960, » »
Septembre .	674	647	689	754	839	884	909	924	934	924	862	734	815	340	1000, 6 »
Octobre . .	747	723	746	837	866	895	919	939	948	943	917	825	859	440	1000, 24 »
Novembre .	723	691	740	808	830	841	859	877	893	889	889	766	817	300	1000, 12 »
Hiver. . . .	767	750	780	823	845	865	876	884	887	890	884	837	841	400	1000, 71 fois
Printemps .	584	547	551	621	706	761	804	847	871	842	752	661	712	230	1000, 8 »
Été.	597	568	562	629	726	808	845	874	895	868	748	662	732	300	1000, 5 »
Automne. .	715	687	725	800	846	874	896	914	925	919	890	775	831	300	1000, 42 »
Année . . .	665	638	653	717	780	826	855	880	895	880	818	733	778	230	1000, 126 fois

Formules de la variation diurne de la fraction de saturation en millièmes.

GENÈVE, 1883.

Décembre 1882	$h = 880 + 39 \sin(\mu + 250{,}2^\circ) + 19 \sin(2\mu + 242{,}1^\circ) + 14 \sin(3\mu + 239{,}3^\circ)$
Janvier 1883 .	$h = 842 + 44 \sin(\mu + 228{,}3) + 21 \sin(2\mu + 226{,}1) + 7 \sin(3\mu + 212{,}5)$
Février. . . .	$h = 796 + 113 \sin(\mu + 221{,}0) + 38 \sin(2\mu + 209{,}3) + 8 \sin(3\mu + 205{,}2)$
Mars	$h = 746 + 111 \sin(\mu + 232{,}6) + 27 \sin(2\mu + 225{,}0) + 4 \sin(3\mu + 15{,}9)$
Avril	$h = 684 + 182 \sin(\mu + 225{,}3) + 7 \sin(2\mu + 198{,}6) + 7 \sin(3\mu + 68{,}3)$
Mai.	$h = 706 + 183 \sin(\mu + 227{,}9) + 9 \sin(2\mu + 257{,}7) + 18 \sin(3\mu + 75{,}7)$
Juin	$h = 742 + 169 \sin(\mu + 231{,}9) + 5 \sin(2\mu + 167{,}2) + 19 \sin(3\mu + 26{,}0)$
Juillet	$h = 726 + 158 \sin(\mu + 237{,}6) + 28 \sin(2\mu + 227{,}5) + 7 \sin(3\mu + 33{,}2)$
Août	$h = 729 + 181 \sin(\mu + 226{,}5) + 12 \sin(2\mu + 286{,}4) + 25 \sin(3\mu + 47{,}4)$
Septembre . .	$h = 815 + 143 \sin(\mu + 237{,}0) + 32 \sin(2\mu + 236{,}2) + 7 \sin(3\mu + 339{,}5)$
Octobre . . .	$h = 859 + 106 \sin(\mu + 231{,}3) + 34 \sin(2\mu + 218{,}6) + 8 \sin(3\mu + 209{,}6)$
Novembre . .	$h = 817 + 87 \sin(\mu + 231{,}9) + 38 \sin(2\mu + 242{,}3) + 9 \sin(3\mu + 232{,}6)$

Si l'on compare l'année 1883 au point de vue hygrométrique avec la moyenne des 29 années 1849-1875, les observations psychrométriques ne remontant pas plus haut, on trouve les écarts suivants pour la tension moyenne de la vapeur, pour la fraction moyenne de saturation en millièmes, et pour le nombre de cas de saturation :

	ÉCARTS		
	Tension de la vapeur. mm	Fraction de saturation.	Cas de saturation.
Décembre 1882.	+0,63	+ 15	+25
Janvier 1883 ...	+0,37	— 15	—30
Février........	+0,65	— 23	—17
Mars..........	—0,69	— 8	— 7
Avril	—0,54	— 13	+ 2
Mai	+0,14	+ 2	— 3
Juin	+0,18	+ 44	— 1
Juillet.........	—0,02	+ 47	+ 3
Août..........	+0,16	+ 19	— 2
Septembre	+0,01	+ 45	+ 1
Octobre	—0,41	+ 28	+ 6
Novembre	+0,40	— 16	— 4
Année 1883....	+0,08	+ 10	—27

L'année 1883 a été ainsi plutôt humide, l'écart étant positif, quoique faible, pour la tension moyenne de la vapeur et pour la fraction moyenne de saturation. Le nombre des cas de saturation est toutefois plus faible que de coutume : cela est dû à l'élévation de la température dans les mois de janvier et de février, pour lesquels il y a une plus grande abondance de vapeur d'eau, mais où la fraction de saturation est restée au-dessous de la moyenne par suite de l'excédant de température. Si l'on a égard à la concordance des signes des écarts pour les deux éléments qui caractérisent l'état hygrométrique, on peut regarder comme humides les mois de décembre, mai, juin, août et septembre, pour lesquels les écarts sont positifs, et comme secs les mois de mars et d'avril pour lesquels ils sont négatifs.

Les observations des vents pendant l'année 1883 sont résumées dans les deux tableaux suivants; le premier

indique pour chaque mois, et en somme dans l'année, le chiffre représentant l'intensité de chaque vent, d'après le nombre de fois qu'il a été noté dans les neuf observations faites par jour, en tenant compte à chaque observation de sa force. Celle-ci est représentée par des facteurs résultant d'une simple estimation et allant de 0 à 3; dans le cas de vents très violents le facteur 4 a été employé exceptionnellement. Le second de ces tableaux donne le rapport de l'intensité des vents soufflant entre le nord et le nord-est aux vents soufflant entre le sud et le sud-ouest, d'après les chiffres notés pour chaque direction dans le tableau précédent; on y trouve également la direction et l'intensité de la résultante de tous les vents, calculées au moyen de la formule de Lambert.

Vents observés à Genève, dans l'année 1883.

	Décemb. 1882.	Janvier 1883.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Septembre.	Octobre.	Novembre.	Année.
Calme..	2	1	0	0	0	2	5	5	5	15	12	10	57
N	14	42	65	82	103	102	71	40	116	45	55	25	760
NNE...	7	70	41	62	117	25	73	23	19	17	28	16	498
NE	21	41	37	36	20	10	5	8	0	9	8	13	208
ENE...	9	8	5	6	2	4	5	5	0	2	1	4	51
E......	14	8	6	7	9	4	7	3	2	13	18	24	115
ESE ...	12	9	3	8	6	3	3	6	0	1	0	1	52
SE.....	34	27	11	7	8	13	3	6	1	17	12	16	155
SSE....	8	7	6	2	2	7	5	19	10	7	13	18	104
S	33	23	17	21	12	20	17	23	61	69	46	56	398
SSO....	75	58	34	58	35	30	51	74	39	36	52	42	584
SO	52	36	26	40	23	36	32	46	11	20	15	29	366
OSO ...	13	10	5	9	11	10	7	25	1	11	6	5	113
O......	23	6	6	10	3	11	9	11	9	17	17	22	144
ONO ...	5	2	2	4	4	4	3	6	0	0	0	0	30
NO	6	9	7	18	10	9	11	7	5	9	5	7	103
NNO...	4	3	9	5	7	11	5	10	13	6	10	5	88

	RAPPORT Vents. NE. à SO.	RÉSULTANTE Direction.	RÉSULTANTE Intensité sur 100.	Calme sur 100.
Décembre 1882.	0,26	S 14°,0 O	48,6	0,7
Janvier 1883...	1,31	N 55,2 E	8,6	0,4
Février........	1,86	N 11,9 E	25,1	0,0
Mars	1,51	N 10,0 O	70,8	0,0
Avril	3,43	N 8,7 E	62,4	0,0
Mai............	1,59	N 29,3 O	23,8	0,7
Juin	1,49	N 18,5 O	23,5	1,9
Juillet.........	0,50	S 44,1 O	36,1	1,8
Août...........	1,22	N 38,8 O	15,6	1,8
Septembre	0,57	S 18,9 O	23,4	5,6
Octobre	0,81	S 22,8 O	10,8	4,3
Novembre......	0,43	S 5,3 O	31,8	3,7
Année..........	1,09	N 62°6 O	57,5	1,7

Les chiffres de la dernière colonne du tableau précédent, qui donnent la somme pour l'année entière, se rapportent au nombre total de 3285 observations faites dans l'année; si on les réduit au nombre proportionnel sur 1000 observations, pour les comparer aux valeurs moyennes déduites des 29 années 1847-1875, on trouve :

Intensité relative des différents vents sur 1000 observations.

	Année 1883	Moyenne des 29 années 1847-75		Écarts
Calme	17	57	—	40
Nord.............	234	265	—	31
Nord-Nord-Est....	152	200	—	48
Nord-Est.........	63	48	+	15
Est-Nord-Est.....	16	7	+	9
Est..............	35	22	+	13
Est-Sud-Est......	16	7	+	9
Sud-Est..........	47	20	+	27
Sud-Sud-Est......	32	23	+	9
Sud	121	110	+	11
Sud-Sud-Ouest....	178	196	—	18
Sud-Ouest........	111	125	—	14
Ouest-Sud-Ouest ..	34	27	+	7
Ouest............	44	32	+	12
Ouest-Nord-Ouest..	9	5	+	4
Nord-Ouest.......	31	17	+	14
Nord-Nord-Ouest..	27	33	—	6

En comparant ces chiffres avec les moyennes des 29 années 1847 à 1875, on remarque que les deux courants polaire et équatorial ont soufflé avec une force moins grande que la moyenne, et que cette diminution est particulièrement accentuée pour le courant polaire. En ayant égard à la configuration et à l'orientation de la vallée, le

courant polaire est représenté essentiellement à Genève par les vents du nord, du nord-nord-est et du nord-est, et la somme de l'intensité relative pour ces trois directions est en moyenne 513; en 1883, elle a été seulement de 449; il y a donc une diminution de 64 pour le courant polaire. Le courant équatorial est représenté par les vents du sud, du sud-sud-ouest et du sud-ouest, et la somme de l'intensité relative pour ces trois directions est en moyenne de 431, tandis qu'en 1883 elle a été de 410, donc une diminution de 21 pour le courant équatorial.

Dans le tableau suivant, on a relevé le nombre de jours de forte bise et de fort vent du midi; le nombre moyen de jours de forte bise dans l'année est de 42, et celui de fort vent du midi de 44. Il y a donc une diminution de 19 jours pour la bise et de 26 pour les jours de fort vent. Cela confirme en partie les observations sur la diminution des deux courants principaux à Genève; mais tandis que le courant polaire avait diminué plus fortement que le courant équatorial, nous voyons que le nombre de jours de forte bise est plus élevé que celui de fort vent. On en conclut que si les vents du sud ont soufflé plus fréquemment que les vents du nord, ils ont en revanche atteint plus rarement une grande force.

	Nombre de jours de	
	forte bise.	fort vent du Midi.
Décembre 1882 ...	1	4
Janvier 1883......	5	1
Février...........	1	1
Mars	6	2
Avril	6	1
Mai..............	1	0
Juin.............	2	2
Juillet	0	2
Août.............	0	0
Septembre........	0	2
Octobre..........	1	1
Novembre........	0	2
Hiver............	7	6
Printemps........	13	3
Été..............	2	4
Automne.........	1	5
Année	23	18

Les vents observés au Saint-Bernard pendant l'année 1883 sont :

ÉPOQUE.	VENTS. NE.	SO.	Rapport.	RÉSULTANTE. Direction.	Intensité sur 100.	Calme sur 100.
Déc. 1882.	306	106	2,89	N 45° E	71,7	0,0
Janv. 1883.	287	131	2,19	N 45 E	55,9	0,0
Février...	247	84	2,94	N 45 E	64,7	0,0
Mars.....	327	104	3,14	N 45 E	79,9	0,0
Avril.....	264	101	2,61	N 45 E	60,4	0,0
Mai......	228	120	1,90	N 45 E	38,7	0,4
Juin......	216	93	2,32	N 45 E	45,6	0,0
Juillet....	209	156	1,34	N 45 E	19,0	0,0
Août.....	252	74	3,41	N 45 E	63,8	1,1
Septembre.	212	163	1,30	N 45 E	18,1	0,0
Octobre ..	241	108	2,23	N 45 E	47,7	2,5
Novembre.	242	130	1,86	N 45 E	41,5	0,0
Année....	3031	1370	2,21	N 45 E	50,6	0,3

Pluie ou neige, dans l'année 1883.

ÉPOQUE.	GENÈVE. Nombre de jours.	GENÈVE. Eau tombée. mm	GENÈVE. Nombre d'heures.	SAINT-BERNARD. Nombre de jours.	SAINT-BERNARD. Eau tombée. mm	SAINT-BERNARD. Hauteur de la neige. m
Décemb. 1882.	20	141,3	151	15	168,3	2,83
Janvier 1883..	14	47,3	70	16	88,5	2,34
Février	6	33,2	43	5	64,1	0,94
Mars	12	26,2	59	8	42,4	0,98
Avril	10	42,1	48	7	42,2	0,63
Mai	12	49,8	73	10	172,9	0,99
Juin..........	17	66,4	54	14	119,4	0,43
Juillet	17	153,6	69	20	226,0	0,67
Août	7	32,2	18	10	53,8	0,11
Septembre.....	15	143,1	70	12	166,5	0,63
Octobre......	12	100,1	88	7	129,9	1,24
Novembre....	14	61,1	68	12	120,5	2,11
Hiver.........	40	221,8	264	36	320,9	6,11
Printemps....	34	118,1	180	25	257,5	2,60
Été...........	41	252,2	141	44	399,2	1,21
Automne.	41	304,3	226	31	416,9	3,98
Année	156	896,4	811	136	1394,5	13,90

La comparaison de l'année 1883 avec la moyenne des 50 années 1826-1875, pour Genève, et avec celle des 27 années 1848-1867, pour le Saint-Bernard, donne les différences suivantes pour le nombre de jours de pluie et pour la quantité d'eau tombée :

	ÉCARTS A GENÈVE Jours de pluie.	ÉCARTS A GENÈVE Eau tombée. mm	ÉCARTS AU ST.-BERNARD Jours de pluie.	ÉCARTS AU ST.-BERNARD Eau tombée. mm
Décembre 1882.	+11	+ 90,3	+ 7	+ 95,2
Janvier 1883...	+ 4	— 1,5	+ 5	— 40,6
Février	— 2	— 3,3	— 4	— 29,5
Mars	+ 2	— 21,0	— 3	— 54,5
Avril	0	— 14,7	— 4	— 77,9
Mai	0	— 29,4	— 1	+ 52,8
Juin...........	+ 6	— 9,6	+ 4	+ 18,0
Juillet	+ 8	+ 82,8	+11	+150,9
Août	— 3	— 48,2	+ 1	— 32,0
Septembre.....	+ 5	+ 48,9	+ 3	+ 50,5
Octobre.	0	— 0,9	— 3	— 12,4
Novembre.....	+ 3	— 12,9	+ 2	+ 22,0
Hiver 1882	+13	+ 85,5	+ 8	+ 25.1
Printemps	+ 2	— 65,1	— 8	— 79,6
Été............	+11	+ 25,0	+16	+136,9
Automne	+ 8	+ 35,1	+ 2	+ 60.1
Année 1883 ...	+34	+ 80,5	+18	+142,5

L'année 1883 a été en moyenne très humide dans les deux stations, ainsi que le montre la comparaison avec les chiffres moyens. A Genève on trouve un excédant de 34 jours de pluie, avec 80mm,5 d'eau tombée; au Saint-Bernard il a plu 18 jours de plus qu'en moyenne, avec 142mm,5 d'excédant comme hauteur de l'eau tombée. Les mois de décembre, juillet et septembre ont été surtout très pluvieux; le mois d'août a été très sec. On trouve à Genève un excédant de jours de pluie dans toutes les saisons et au printemps seulement la quantité d'eau tombée est inférieure à la moyenne.

La quantité totale de la neige tombée à Genève atteint 77cm,3; sur ce chiffre on trouve 31cm,5 au mois de décembre dont 20cm le 24, 21cm,5 en janvier, point en février, 21cm,5 en mars et 2cm,8 le 24 avril. La neige n'a point couvert le sol pendant une longue période; elle fondait au bout de peu de jours.

Le tableau suivant donne pour chaque mois à Genève, les plus longues périodes de sécheresse, ou jours consécutifs sans pluie, et les plus longues périodes pluvieuses, ou jours consécutifs de pluie. Les deux extrêmes sont, en 1883, 18 jours pour la plus longue période de sécheresse, du 17 février au 6 mars, et 10 jours pour la plus longue période pluvieuse, du 27 septembre au 6 octobre. Ce tableau indique également le nombre des cas dans lesquels la pluie recueillie dans les 24 heures était très faible, au-dessous d'un millimètre, ou presque insignifiante, au-dessous d'un quart de millimètre. On trouve également pour chaque mois la quantité maximum de pluie recueillie dans 24 heures, et le nombre de jours de pluie très abondante, la quantité recueillie dans les 24 heures dépassant 3 centimètres. Il n'y en a qu'un seul le 27 septembre avec 35mm,7 d'eau tombée.

Époque.	Périodes de sécheresse.	Périodes pluvieuses.	Pluie dans 24 heures au-dessous de $1^{mm},0$.	Pluie dans 24 heures au-dessous de $0^{mm},25$.	Pluie dans 24 heures maximum.	Pluie dans 24 heures dépassant 3^{cm}
Décembre 1882	3 jours (18-20)	8 jours (21-28)	5	0	mm 23,5 le 27	0
Janvier 1883..	8 » (17-24)	4 » (31 déc.-3 janv.)	2	0	6,3 les 6 et 10	0
Février......	18 » (17 févr.-6 mars)	2 » (3- 4)	1	0	11,9 le 4	0
Mars........	3 » (17-19)	3 » (14-16 ; 26-28)	2	0	6,0 le 31	0
Avril........	16 » (3-18)	6 » (19-24)	2	1	18,2 le 24	0
Mai.........	14 » (12-25)	6 » (28 avril-3 mai)	3	1	15,7 le 10	0
Juin........	3 » (12-14)	4 » (8-11)	3	1	14,6 le 16	0
Juillet.......	4 » (26-29)	4 » (29 juin-2 juil.; 13-16; 19-22)	1	0	26,7 le 31	0
Août........	15 » (17-31)	3 » (30 juillet-1 août)	2	0	9,3 le 15	0
Septembre....	5 » (6-10)	4 » (20-23)	1	1	35,7 le 27	1
Octobre......	10 » (7-16)	10 » (27 sept.-6 oct.)	2	1	25,0 le 21	0
Novembre....	9 » (26 oct.-3 nov.)	7 » (4-10)	3	1	21,4 le 26	0
Année.......	18 jours (17 févr.-6 mars)	10 jours (27 sept.-6 oct.)	27	6	35,7 le 27 sept.	1

Il est intéressant d'éliminer la durée inégale des mois pour pouvoir les comparer entre eux sur les caractères de la précipitation. On trouve ainsi dans le tableau suivant pour chaque mois, la durée relative de la pluie, soit la fraction donnant le rapport du nombre d'heures de pluie au nombre total d'heures du mois; le nombre moyen d'heures que la pluie a duré, soit le rapport du nombre total d'heures de pluie au nombre de jours de pluie; enfin l'intensité de la pluie, soit le rapport de la quantité totale d'eau tombée dans le mois au nombre d'heures de pluie. Le relevé est fait également pour les saisons et pour l'année entière.

GENÈVE

Époque.	Durée relative de la pluie.	Nombre moyen d'heures par jour.	Eau tombée dans 1 heure.
Décembre 1882	0,203	7,55	0mm,94
Janvier 1883.......	0,094	5,00	0,68
Février	0,064	7,17	0,77
Mars.............	0,079	4,92	0,44
Avril.............	0,067	4,80	0,88
Mai..............	0,098	6,08	0,68
Juin..............	0,075	3,18	1,23
Juillet............	0,093	4,06	2,23
Août	0,024	2,57	1,79
Septembre	0,097	4,67	2,04
Octobre...........	0,118	7,33	1,14
Novembre.........	0,094	4,86	0,90
Hiver.............	0,122	6,60	0,84
Printemps.........	0,082	5,29	0,66
Été	0,064	3,44	1,79
Automne..........	0,103	5,51	1,35
Année............	0,093	5,20	1,11

On trouvera dans le tableau suivant le nombre de jours d'orage à Genève, ainsi que celui des jours où des éclairs ont été vus à l'horizon sans que le tonnerre fût entendu. Le nombre moyen des jours de tonnerre à Genève est de 25, d'après la moyenne des 30 années 1846 à 1875. On voit que ce chiffre a été légèrement dépassé.

ÉPOQUE.	GENÈVE	
	Jours de tonnerre	Jours d'éclairs sans tonnerre.
Décembre 1882	0	0
Janvier 1883........	0	0
Février	0	0
Mars	0	0
Avril	0	0
Mai	1	2
Juin	8	5
Juillet	9	2
Août	2	4
Septembre..........	6	1
Octobre............	1	1
Novembre..........	1	0
Année	28	15

Nous avons enfin à résumer les observations de la nébulosité dans les deux stations, la nébulosité étant figurée par une fraction représentant la partie du ciel couverte par les nuages, et pouvant varier de 0 à 10. Les jours ont été classés en jours « clairs, peu nuageux, très nuageux » ou « couverts » suivant que la nébulosité moyenne était inférieure aux limites de 0,25, 0,50, 0,75 et 1,00. La comparaison avec la moyenne des 29 années 1847 à 1875 pour Genève, montre que la nébulosité a été normale pour l'hiver et le printemps, tandis qu'elle est sensiblement supérieure à la moyenne pour l'été et l'automne.

Le nombre de jours clairs est de 9 inférieur à la moyenne, le printemps en fournit 6 à lui seul, dont 5 en avril. En somme dans l'année la nébulosité est légèrement supérieure à la moyenne. On trouve aussi un fort excédant de jours de brouillard; il y en a 33 dans l'année en moyenne, et on en compte 59 en 1883. Ce chiffre n'a été dépassé qu'en 1880, et atteint en 1874 seulement.

Au Saint-Bernard la nébulosité en hiver a été plus grande que ne l'indique la moyenne des 22 années 1846 à 1867; les autres saisons, de même que l'année ne diffèrent pas beaucoup des moyennes.

État du ciel.

	GENÈVE.					SAINT-BERNARD.				
ÉPOQUE.	Jours clairs.	Jours peu nuag.	Jours très nuag.	Jours couverts.	Nébulosité moyenne.	Jours clairs.	Jours peu nuag.	Jours très nuag.	Jours couverts.	Nébulosité moyenne.
Déc. 1882	2	3	2	24	0,84	6	2	4	19	0,68
Janv. 1883	3	3	5	20	0,76	9	5	5	12	0,56
Février...	8	2	7	11	0,58	12	7	3	6	0,39
Mars.....	6	1	9	15	0,68	7	1	10	13	0,63
Avril.....	7	8	2	13	0,54	3	9	5	13	0,62
Mai.......	8	4	7	12	0,58	7	5	4	15	0,62
Juin......	5	2	10	13	0,63	4	2	10	14	0,69
Juillet....	1	10	9	11	0,64	1	7	9	14	0,67
Août......	12	11	5	3	0,37	13	9	4	5	0,37
Septembre	4	5	6	15	0,66	4	3	8	15	0,68
Octobre...	2	3	9	17	0,74	9	5	3	14	0,55
Novembre	0	6	3	21	0,77	9	6	6	9	0,51
Hiver.....	13	8	14	55	0,73	27	14	12	37	0,55
Printemps	21	13	18	40	0,60	17	15	19	41	0,62
Été.......	18	23	24	27	0,55	18	18	23	33	0,58
Automne..	6	14	18	53	0,73	22	14	17	38	0,58
Année....	58	58	74	175	0,65	84	61	71	149	0,58

GENÈVE

ÉPOQUE.	Brouillard tout le jour.	Brouillard une partie de la journée.	Nombre total.
Décembre 1882...	6	5	11
Janvier 1883......	1	13	14
Février..........	0	6	6
Mars...........	0	1	1
Avril...........	0	3	3
Mai............	0	0	0
Juin............	0	0	0
Juillet..........	0	0	0
Août............	0	0	0
Septembre	0	6	6
Octobre..........	0	8	8
Novembre........	1	9	10
Année...........	8	51	59

LES FACIES GÉOLOGIQUES

PAR

M. E. RENEVIER, prof.

Lu à la Société helvétique des Sciences naturelles dans son Assemblée générale du 18 septembre 1884,

---

Le terme de *facies* [1], qui signifie proprement la *face,* la *figure,* et par extension l'*aspect,* la *physionomie particulière* d'un corps, a pris en géologie un sens spécial qui acquiert depuis quelques années une importance de plus en plus grande, par suite des études toujours plus minutieuses, pour ainsi dire, de la dissection des divers terrains sédimentaires, tant au point de vue stratigraphique, qu'à celui de la paléontologie.

Ce terme de facies désigne les différences, quelles qu'elles soient, qui peuvent exister entre des terrains de même âge ; aussi bien les différences de composition pétrographique, résultant de la nature des substances déposées, que les différences paléontologiques, résultant des conditions d'existence des animaux et des plantes fossiles.

[1] Le dictionnaire écrit sans accent, mais il me semble qu'en francisant ce mot on devrait l'écrire *faciès*, pour en faire ressortir la prononciation, qui serait naturellement tout autre sans cet accent.

Les *facies* sont donc en définitive les différentes sortes de *formations*, sédimentaires ou autres, qui peuvent s'être produites simultanément, à un moment quelconque des temps géologiques, comme cela se passe encore au temps actuel. On dit donc les divers *facies* d'un terrain, comme on dirait les diverses *formations* des temps modernes.

Si l'on n'avait pas étrangement abusé du terme de formation, en disant la *formation jurassique* (Jura-formation), la *formation crétacée* (Kreide-formation), etc., pour désigner des groupes stratigraphiques d'un certain âge, c'est-à-dire des périodes de l'histoire du globe, le terme de *facies* eût été inutile, et la science géologique aurait pu s'en passer absolument, car les différences de *facies* ne sont que des différences de *formation*.

Le Congrès géologique de Bologne, il est vrai, a condamné cet abus du mot *formation*, et désiré le ramener autant que possible à son sens primitif, celui de *mode de formation*. Mais son emploi fautif est si général dans le langage scientifique populaire, surtout en allemand et en anglais, qu'il faudra sans doute plus d'une génération pour détruire cette erreur. C'est ainsi que le terme de *facies* reste pour longtemps encore indispensable, dans la langue géologique. Il est même d'un certain avantage d'avoir deux termes différents, consacrés aux diversités du mode de formation : celui de *formation* qui s'applique tout naturellement aux différences essentielles (formations sédimentaires, marines, terrestres, d'eau douce, volcaniques, etc.), et celui de *facies* pour désigner les différences de détail (facies crayeux, vaseux, sableux ; lacustre, fluviatile, d'embouchure, etc.). C'est dans ce dernier sens en effet que le mot de *facies* est le plus habituellement employé.

L'étude des différents modes de formation des terrains, jointe à celle de la distribution géographique des êtres aux diverses époques géologiques, étude qui a pris dans ces dernières années une telle extension, est née dans notre patrie suisse, aussi bien que l'étude des glaciers et du terrain erratique!

C'est *Gressly*, le sauvage Gressly comme dit la chanson, cet homme de génie sous une rude et grossière écorce, qui le premier, dans son *Jura soleurois*, a mis en relief cette notion de la diversité des formations de même âge, et créé pour cela le terme de *facies*. Les courtes citations suivantes montreront la netteté de ses conceptions à cet égard :

p. 10. « Dans les régions que j'ai étudiées, peut-être plus que partout ailleurs, des modifications très variées, soit pétrographiques, soit paléontologiques, interrompent, à chaque pas, l'uniformité universelle que l'on a prêtée jusqu'ici aux différents terrains, dans les différents pays. Elles reparaissent même successivement dans plusieurs terrains, et frappent d'étonnement le géologue qui veut étudier la nature de nos chaînes jurassiques. »

Et plus bas, p. 10 et 11. « J'ai poursuivi chaque terrain dans son étendue horizontale, aussi loin que possible, afin d'en étudier toutes les modifications. Je suis parvenu de cette manière à reconnaître, dans la dimension horizontale de chaque terrain, des modifications diverses, bien déterminées, qui offrent des particularités constantes, dans leur constitution pétrographique, aussi bien que dans les caractères paléontologiques de l'ensemble de leurs fossiles, et qui sont assujetties à des lois propres et peu variables. »

Encore p. 11. « Il est deux faits principaux, qui ca-

ractérisent partout les ensembles de modifications *que j'appelle facies, ou aspects de terrains.* L'un consiste en ce que tel ou tel *aspect pétrographique* d'un terrain quelconque suppose nécessairement, partout où il se rencontre, *le même ensemble paléontologique ;* l'autre en ce que tel ou tel ensemble paléontologique exclut rigoureusement des genres et des espèces de fossiles fréquents dans d'autres facies. »

La notion, qu'inaugurait si génialement notre Gressly en 1838, a mis bien longtemps à percer, mais enfin elle a fait son chemin, et n'est plus guère repoussée maintenant que par un petit nombre de géologues trop attachés à la routine ancienne. Néanmoins, elle est loin d'avoir produit tous ses fruits, et surtout d'avoir été systématisée de manière à présenter à l'esprit autre chose que des idées encore un peu vagues. Voici ce que disait à ce sujet en 1882 M. Th. Fuchs dans un mémoire très important, qui avait pour but spécial de déterminer ce que l'on doit considérer comme *formations de mer profonde.* (Tiefseebildungen. Neues Jahrb. für Min. etc. II. Beilageband 1882).

Je traduis librement :

« On doit avouer, malgré tout, qu'il n'y a guère de chapitre de la géologie stratigraphique qui soit aussi négligé, que précisément cette science des *facies.* Car, sans parler des petites différences secondaires, on n'a pas encore pu se mettre d'accord sur ce que l'on doit considérer comme des formations littorales et des formations de mer profonde; et l'on peut voir chaque jour qu'un géologue considère comme littoral un dépôt que d'autres estiment être un type bien caractérisé de formation profonde. »

Qu'il doive y avoir longtemps encore des divergences

de cette espèce, c'est ce dont je ne puis pas douter, car la *chorologie* actuelle, c'est-à-dire la répartition géographique des organismes, présente encore beaucoup de mystères ; et d'autre part le mode de formation de certaines roches restera longtemps encore un sujet de contestation. Néanmoins ce n'est pas une raison pour renoncer à travailler dans ce sens. M. Th. Fuchs a été bien inspiré, en profitant des immenses progrès que les dragages à grande profondeur ont fait faire depuis quelques années à la zoologie marine, pour en faire l'application à la géologie, et chercher à déterminer quels facies doivent être attribués à des dépôts de mer profonde. Son ouvrage demeurera classique en la matière.

Avant d'avoir eu connaissance du travail de M. Fuchs, je m'étais préoccupé de la question, à un point de vue un peu plus général, et diverses circonstances m'ont poussé, en dernier lieu, dans cette voie. Si j'essaie de mon côté de traiter des facies, sur un plan un peu différent du sien, mon but est absolument le même : Je ne prétends point résoudre dès maintenant toutes les questions qui se présentent, mais chercher à systématiser le sujet, et former pour ainsi dire un cadre théorique, dans lequel on puisse petit à petit faire rentrer tous les facies des divers terrains.

Conditions déterminantes des facies.

Voyons en premier lieu quelles sont les conditions diverses, soit physiques, soit organiques, qui peuvent être la cause des différences de facies.

1° *Conditions de milieu.* — Milieu aérien ou aqueux,

marin ou d'eau douce, d'eau calme ou d'eau courante, etc., dans lequel les dépôts se sont formés. Tout le monde sait que ces différents milieux sont l'*habitat* de différents groupes d'êtres, et peuvent influer aussi plus ou moins sur la nature physique du dépôt.

2° *Conditions géographiques.* — La proximité plus ou moins grande des côtes exerce aussi une grande influence sur l'*habitat* des êtres aquatiques, marins ou lacustres. La distinction, de plus en plus accentuée, entre *faunes littorales* et *faunes pélagiques* découle essentiellement de ce facteur. M. F.-A. Forel et d'autres en ont fait l'application à nos lacs suisses. — La forme des côtes, unies ou découpées, plates ou en saillie, abritées ou exposées aux vents et aux vagues, produit aussi de grandes diversités dans les faunes littorales.

Mais c'est surtout la nature et l'abondance relative des dépôts qui résultent directement de ces circonstances côtières. Les sédiments mécaniques passent pour ainsi dire au crible en s'éloignant de la côte. Les plus grossiers se déposent sur la grève ; les sables de plus en plus fins sont entraînés au delà ; les particules plus ténues, restant longtemps en suspension dans l'eau, se déposent habituellement le plus loin des côtes. L'agitation plus ou moins grande des eaux fait varier la largeur de ces zones de sédimentation, mais sauf quelques cas exceptionnels, déterminés par les courants, l'ordre des dépôts est toujours le même. On estime en général à 300 kilomètres en mer la largeur moyenne de cette zone littorale de sédimentation clastique. Au delà sur l'immense étendue du fond des océans il n'existe presque plus de sédiments entraînés mécaniquement par les eaux. Il est d'ailleurs évident

que cette largeur s'accroît beaucoup devant l'embouchure des grands fleuves charriant une masse de matériaux, et que les courants marins peuvent être aussi la cause d'inégalités accidentelles. Les opérations de dragage en ont fourni de nombreux exemples.

3° *Conditions pétrogéniques.* — Mais il est encore une autre condition essentielle de l'abondance et de la nature des sédiments; c'est la composition minérale des terrains, qui constituent soit les côtes, soit les bassins d'alimentation des fleuves. Il est évident que les roches dures et compactes, résistant mieux aux actions érosives, fournissent moins de matériaux à la sédimentation que les terrains meubles ou argileux.

D'autre part la composition chimique des dépôts varie avec la composition minéralogique des roches désagrégées, et devient ainsi plus ou moins *calcaire, argileuse, siliceuse, ferrugineuse,* etc. — Or, les animaux côtiers ne sont point indifférents à ces variations chimiques de sédimentation. Les uns vivent plus volontiers sur la *vase calcaire,* d'autres sur la *vase argileuse,* d'autres préfèrent au contraire les fonds sableux ou siliceux ; tout comme nos plantes terrestres affectionnent habituellement des sols de telle ou telle composition.

4° *Conditions chorologiques.* — Il s'agit encore ici de géographie, mais de géographie zoologique ou botanique. Hæckel a créé le terme de *chorologie* (de χώρα, contrée) pour désigner la science qui s'occupe de la distribution des êtres à la surface du globe. On admet généralement que cette distribution résulte des *migrations,* plus ou moins lointaines, des animaux et des plantes, soit spontanées et instinctives pour les animaux libres, soit accidentelles

pour les germes et les graines. Dans le premier cas, ces migrations peuvent être déterminées par des modifications climatologiques ou autres. Dans le second cas, qui doit avoir la plus grande part à la distribution des êtres, le transport des germes divers (graines, spores, œufs, larves, etc.) peut être dû aux courants, aux vents, ou enfin à l'action inconsciente d'autres animaux. Il est clair qu'une multitude de ces germes périssent, mais ceux qui rencontrent des conditions physiques favorables à leur développement propagent ainsi les espèces tout autour de leur *centre d'origine.* C'est ce qu'on nomme parfois le *rayonnement des espèces.*

Certaines causes physiques ou géographiques peuvent mettre obstacle à ce rayonnement, dans telle ou telle direction ; c'est ce que Buffon avait appelé les *barrières naturelles* des êtres, par exemple : une chaîne de montagnes pour les plantes terrestres ; un continent pour les animaux pélagiques, l'océan pour les animaux côtiers, etc. — De tout cela résulte naturellement une très grande diversité dans la propagation horizontale des êtres par migration. M. le Dr C. Keller nous en a donné de très curieux exemples dans sa belle étude des faunes du canal de Suez. Les espèces, ayant différents centres d'origine, se rencontrent et se mélangent par leurs migrations successives, et donnent ainsi lieu à l'infinie diversité des faunes et des flores locales ou régionales, et à ce qu'on a appelé les *provinces zoologiques* ou *phytologiques.*

Or, cette cause de diversité des faunes et des flores existait, à des degrés divers à toutes les époques géologiques, et devient dès lors une des conditions organiques essentielles des facies géologiques. C'est ainsi que, depuis le milieu de la Période jurassique jusque vers le milieu

de la Période crétacée, nous pouvons distinguer un *facies alpin ou méditerranéen*, et un *facies jurassien ou septentrional*, sans qu'on puisse attribuer leur différence faunale aux conditions physiques des dépôts. La distribution géographique de ces facies prouve d'ailleurs qu'ils appartiennent à des *provinces zoologiques* différentes. M. Mojsisovics a fait connaître des cas semblables de différences *chorologiques* dans les terrains triasiques des Alpes orientales. C'est là un champ d'étude rarement exploré, mais qui s'impose de plus en plus à la paléontologie.

5° *Conditions climatologiques.* — Je m'arrêterai moins sur ce sujet qui est bien plus généralement connu. Il n'y a pas longtemps encore qu'on attribuait uniquement aux différences de climat la diversité des faunes et des flores. L'influence des latitudes, modifiée par celle des altitudes, de l'exposition, et par beaucoup d'autres circonstances secondaires, détermine les *lignes isothermes* du globe, et divise sa surface en zones climatologiques. Quoique cet élément ne soit certainement pas la seule condition des différences biologiques dans les milieux de même nature, il n'en est pas moins un facteur important de la diversité des faunes et des flores. C'est ainsi que dans les faunes de mollusques, comme dans celles de mammifères, on distingue les espèces arctiques, les espèces équatoriales, etc.

Les conditions climatologiques exercent aussi une influence indirecte sur la nature des formations. Ainsi les *dépôts tourbeux* sont caractéristiques des climats froids ou tempérés ; tandis que les *formations coralligènes* exigent une température d'au moins + 20° C., laquelle ne se rencontre actuellement que dans les mers intertropicales.

6° *Conditions hypsométriques.* — On sait l'importance majeure des *zones d'altitudes* sur la végétation terrestre. Ce genre de conditions devrait donc entrer en ligne de compte pour les formations subaériennes contenant des plantes fossiles, telles que les tourbes et les tufs; mais vu la rareté de ces dépôts, les conditions hypsométriques ont beaucoup moins d'application que les autres.

7° *Conditions bathymétriques.* — Les zones marines de profondeur forment au contraire l'un des facteurs les plus importants des facies géologiques. Ce n'est que par l'étude de ces zones bathymétriques, étude relativement récente, que nous avons pu acquérir des notions un peu rationnelles sur les formations marines. Les diverses expéditions de dragage en mer profonde, qui se sont multipliées depuis quelques années, ont prouvé que la vie organique existe à toutes les profondeurs, mais qu'elle est en somme d'autant plus intense et surtout plus variée que la profondeur est moindre. On avait reconnu plus anciennement déjà que la plupart des êtres marins ne pouvaient vivre que dans certaines limites de profondeur. Il y a encore énormément à faire dans cette direction d'études, mais néanmoins les données acquises par la zoologie marine sont déjà précieuses pour la stratigraphie.

D'où viennent ces différences de vie organique suivant la profondeur ? — On peut invoquer ici des causes multiples, qui agissent sans doute concurremment sur les animaux et les plantes.

a) Les différences de sédimentation.

b) La température des eaux, qui s'abaisse graduellement à mesure que la profondeur augmente.

c) La pression, d'autant plus considérable que la masse d'eau superposée est plus forte.

d) La lumière qui s'atténue en proportion de l'épaisseur de la nappe, de sorte que dans les grands fonds l'obscurité doit être complète.

e) L'agitation des eaux, qui est dans le même cas, et qui devient nulle à une certaine distance de la surface, suivant l'étendue de la nappe et diverses autres causes extérieures.

f) L'oxygène dissout dans l'eau, qui doit nécessairement diminuer à mesure qu'augmente la pression et l'immobilité de l'eau.

Voilà les causes principales de cette distribution bathymétrique des espèces. On en découvrira sans doute d'autres encore ; mais celles-ci suffisent amplement pour expliquer la différenciation verticale des faunes et flores marines.

Les zoologistes paraissent maintenant assez d'accord pour distinguer cinq zones bathymétriques principales, qui sont mentionnées dans la plupart des traités modernes. Ces zones sont très inégales en dimension verticale, et sont d'autant plus épaisses qu'elles sont plus profondes. La cinquième en particulier est immensément plus considérable dans le sens vertical et horizontal que toutes les autres réunies ; et comme cette zone est en même temps la moins connue, il est probable qu'elle devra plus tard être subdivisée.

Voici ces zones bathymétriques d'après le Manuel de conchyliologie de Fischer et le Traité de paléontologie de Zittel :

I. *Zone littorale,* dite aussi *intercoticale.* Elle est com-

prise dans l'intervalle du balancement des marées, et s'étend ainsi du rivage jusqu'à 12 mètres environ de profondeur. Mais il est à remarquer que les marées n'ont pas partout la même intensité, et sont même plus ou moins nulles dans les mers intérieures. De plus cette zone est organiquement intimement liée à la suivante, de sorte que plusieurs auteurs ne les séparent pas et font descendre beaucoup plus bas ce qu'ils nomment zone littorale. — Fischer cite comme habituels à cette zone restreinte une trentaine de genres de mollusques parmi lesquelles *Littorina* et *Mytilus* sont les plus caractéristiques.

II. *Zone des laminaires,* caractérisée par l'abondance des algues marines. Le genre *Laminaria* croit spécialement sur les côtes rocheuses; tandis que les varechs du genre *Zostera* le remplacent sur les côtes sablonneuses ou argileuses. Sur beaucoup de côtes, comme par exemple sur celles de la Méditerranée les algues sont absolument littorales, ce qui confirmerait la fusion des zones I et II en une seule. Sa limite inférieure est indiquée à 28 mètres de profondeur ou même plus bas encore suivant les auteurs. Une trentaine de genres de mollusques sont habituels à cette zone. Les bancs d'huîtres en font partie, ainsi que les récifs madréporiques.

III. *Zone des nullipores et corallines,* caractérisée surtout par ces algues calcaires. Les *nullipores* ou *lithothamnies* forment des incrustations calcaires qui se propagent à la manière des lichens, à l'extérieur des récifs, du côté des brisants, et dans les circonstances analogues d'autres régions. Les *corallines* végétent sur le fond de la mer, et sécrètent aussi du carbonnate de calcium, mais en moindre proportion. M. Fischer cite dans cette zone une cinquan-

taine de genres de mollusques, gastéropodes et pélécypodes, avec trois seulement de brachiopodes. C'est là que vivent les gros gastéropodes carnassiers. L'amplitude est déjà un peu plus forte que pour les zones précédentes, soit d'une cinquantaine de mètres au moins. Sa limite inférieure est pour les uns à 72 mètres de profondeur, pour d'autres à 90 mètres, et même au delà.

IV. *Zone des brachiopodes et des coraux profonds*, c'est-à-dire des polypes non constructeurs de récifs : genres *Occulina, Dendrophyllia*, avec les alcyonaires, bryozoaires, etc. C'est là que les brachiopodes sont surtout abondants ; M. Fischer en cite 7 genres. Mais il y a aussi des gastéropodes (19 genres) et des pélécypodes (22 genres). Les auteurs ont beaucoup varié d'opinion quant à la limite inférieure de cette zone ; les uns la placent à 200 mètres, d'autres à 300 mètres ; Zittel la prolonge jusqu'à 500 mètres de profondeur.

V. *Zone abyssale*. Cette dernière zone enfin, incomparablement plus étendue que toutes les autres réunies, comprend tout ce qui dépasse les limites ci-dessus. Jusqu'à 2000 mètres de profondeur on trouve encore passablement de mollusques. Au delà ils deviennent très rares ; les coquilles sont petites, minces, translucides et incolores, les animaux sont en général aveugles. Parmi les mollusques ce sont les scaphopodes (Dentales) qui vivent le plus habituellement dans la mer profonde. Mais on y trouve aussi passablement de *coquilles vides* de mollusques pélagiques, spécialement de ptéropodes.

Les êtres les plus habituels aux grands fonds, presque les seuls qui puissent vivre au delà de 3000 mètres, sont des foraminifères (*G. Globigerina, Orbulina, Pulvinulina,* etc,), des radiolaires (*Polycistines* et *Acanthomètres*), et des

algues calcaires, que l'on rencontre aux plus grandes profondeurs jusqu'à 8000 mètres. Mais dans ces grands fonds les tests calcaires sont souvent dissous, et les dépôts, très peu abondants, se résument en ce que l'on a nommé l'*argile rouge* des hauts fonds.

Les facies géologiques sont évidemment des résultantes de toutes ces conditions physiques et organiques, des sept principales que je viens d'énumérer, et problablement d'autres encore, qui nous seront révélées par la suite.

Mais il n'est pas toujours facile de conclure de la nature d'un terrain aux conditions dans lesquelles il s'est formé. La difficulté résulte souvent de lacunes dans nos connaissances paléontologiques ou autres, et peut, dans l'état actuel de la science, être parfois insoluble. Toutefois, dans la plupart des cas, on arrivera à la résoudre par une analyse judicieuse des divers éléments de la question.

Je donnerai pour exemple le facies du Flysch, que j'envisage tout autrement que M. Fuchs, et au sujet duquel j'ai à signaler des observations qui me paraissent tout à fait probantes.

Facies du Flysch.

Ce nom de *Flysch*, emprunté en 1827, par notre doyen M. B. Studer, aux montagnards des Alpes bernoises, et appliqué par lui dès 1840 à tous les schistes argilo-calcaires des Alpes, d'âge indéterminé, a été limité par Escher de la Linth, et après lui par la plupart des géologues

suisses, aux terrains schisteux et arénacés de l'éocène alpin (*Acta. Soc. helv. Sc. Nat.*, 1848, p. 34).

Le flysch suisse repose en général sur le nummulitique, mais parfois aussi il renferme des lentilles, plus ou moins stratiformes, de calcaire à Nummulites. Ce serait donc un facies de l'éocène alpin. Les fossiles du flysch proprement dit sont très peu nombreux et peu caractéristiques. Quelques rares dents ou écailles de poissons dans les grès ; dans les schistes, surtout, des empreintes, dites ordinairement *Fucoïdes* et *Helminthoïdes*, que l'on a généralement attribuées à des algues marines. Mais ces *Fucoïdes* se retrouvent presque identiques dans les terrains schisteux d'âge divers. On en cite fréquemment du lias. J'en connais dans le dogger, dans le malm, et dans les schistes néocomiens. On leur donne des noms spécifiques différents suivant l'âge, mais c'est presque une pétition de principes, car souvent il serait impossible de les distinguer, autrement que par l'âge de leur gisement.

L'an passé les commissions géologiques internationales, réunies à Zurich, ont reconnu que le nom de flysch ne devait pas figurer sur la carte géologique d'Europe, attendu qu'il y a des flysch d'âge divers, et que ce nom représente un facies bien plutôt qu'une subdivision stratigraphique. Les géologues autrichiens ont déclaré avoir dans leur pays du flysch crétacé, du flysch jurassique, du flysch liasique, aussi bien que du flysch éocène et du flysch oligocène. Suivant M. Capellini on constate de plus en plus des fossiles crétacés dans le flysch des Apennins. Le *grès de Celles* dans les Pyrénées, avec ses empreintes végétales, n'est rien autre qu'un flysch turonien, etc., etc.

Le Flysch est donc avant tout un facies. En Suisse

c'est essentiellement un facies de l'éocène ! — Mais quel est ce facies ? ? — Est-ce un *facies littoral,* ou un *facies de mer profonde?* — M. Th. Fuchs, dans l'important travail déjà mentionné, se prononce pour la seconde alternative. Voici ce qu'il en dit à la page 509 de son mémoire. Je traduis librement, et en abrégeant un peu :

« On connaissait depuis longtemps dans diverses couches des formes ramifiées, ayant l'apparence d'algues marines, mais se distinguant par cette circonstance qu'elles ne se trouvent pas, comme les autres empreintes de plantes, sur les délits des couches, et sont au contraire disposées transversalement, comme si elles avaient cru au travers des couches. En outre ces formes analogues aux algues se trouvent en général dans des terrains qui, par leurs autres caractères, doivent être considérés comme des formations de *mer profonde,* tandis que les algues réelles ont un tout autre habitat. Les *fucoïdes du flysch,* comme aussi *Chondrites ehingensis* du jurassique supérieur et *Chondrites bollensis* du lias, en sont les exemples les mieux connus. »

« *Nathorst* a récemment prouvé d'une manière irréfutable que ces soi-disant *fucoïdes* ne sont nullement des algues, ni même des plantes, mais que ce sont des *pistes de vers,* ramifiées à l'instar des plantes, comme certains annelides en produisent encore actuellement. La conservation de semblables tubes de vers, ramifiés en forme d'algues, exige une eau parfaitement tranquille, telle qu'on ne la trouve que dans les grandes profondeurs, de sorte que la présence de ces *pseudo-fucoïdes* serait un indice de formation de mer profonde. »

« En compagnie de ces traces ramifiées, ou aussi sans elles, on trouve parfois les délits des couches couverts de

figures contournées en méandres labyrinthiformes qui, suivant les recherches de Nathorst ne sont rien autre également que des pistes de vers ou autres animaux marins (*Helminthoïdes* du flysch, *Nereïtes* du paléozoique). Ces traces de même ne peuvent s'être conservées qu'à de grandes profondeurs et indiquent donc aussi des formations de mer profonde. »

Le point de vue de M. Nathorst, publié en 1882 dans les *Mémoires de l'Académie de Stockholm,* est en effet que la plupart des empreintes décrites comme des algues et comprises par Schimper, dans le Traité de paléontologie de Zittel, parmi les *Algæ incertæ sedis,* ne sont point des empreintes végétales, mais doivent être attribuées à des pistes de vers ou d'autres animaux. Cette idée a été vigoureusement combattue par MM. de Saporta et Gaudry (voir *Bull. Soc. géol. de France,* 3me série, vol. IX, p. 156, 159 et 452). Il résulte de cette intéressante discussion qu'il y a des algues fossiles authentiques dans les terrains tertiaires et crétacés, et même, de l'aveu de M. Nathorst, jusque dans les terrains paléozoiques. Ce qui est contesté ce sont surtout les empreintes énigmatiques des terrains anciens, nommées *Eophyton, Bilobites,* etc., ainsi que les types tertiaires et jurassiques, dits : *Taonurus, Zoophycos, Cancellophycus.*

Quant aux fucoïdes ordinaires du flysch, je ne sais ce qu'en pense M. Nathorst. Il se pourrait bien que M. Th. Fuchs, en les englobant avec les précédents, ait exagéré le point de vue de l'auteur suédois. En tout cas je ne puis admettre que ce soient des simples traces de reptation, pas plus que nos *Cancellophycus* du dogger. Je suis en mesure de donner une preuve irréfutable que les uns et les autres sont bien des empreintes de corps orga-

niques enfouis et fossilisés, très probablement des empreintes de végétaux.

Dans quelques gisements nos fucoïdes du flysch se détachent en noir sur une roche plus claire, et sont ainsi facilement visibles. Mais dans beaucoup d'autres ils sont assez indistincts, et ne se voient guère que sous un certain jour. Il suffit en général dans ce cas de les tremper un instant dans un acide très dilué pour les rendre beaucoup plus apparents, et leur donner la couleur noire des autres. N'est-il pas évident qu'il y a là une substance carbonisée, qui tantôt est visible sur le feuillet de schiste, tantôt est recouverte d'une mince pellicule argilo-calcaire. L'acide dissout la pellicule, sans attaquer le carbone, et rend ainsi l'empreinte plus visible.

J'ai pu faire une observation du même genre sur des échantillons de *Cancellophycus scoparius* du dogger alpin, Ceux-ci ne sont pas de simples empreintes, mais présentent parfois une certaine épaisseur. J'en ai, au Musée de Lausanne, un échantillon dans lequel, sur une *Ammonites Humphriesianus*, se trouve très nettement un *Cancellophycus* de 5 millimètres d'épaisseur, se distinguant de la roche par une couleur plus noire. Impossible que ce corps soit une simple empreinte physiologique.

Il me paraît d'ailleurs bien difficile que des animaux, en marchant ou rampant, puissent produire des branchements aussi réguliers que ceux de nos *Chondrites* du flysch, ou des formes en panache étalé, parfois même avec barbules, comme celles de nos *Taonurus* du flysch, ou de nos *Cancellophycus* du dogger. C'est d'ailleurs l'impression qu'ont produite ces empreintes sur tous les botanistes qui les ont étudiées; Osw. Heer et Fischer-Oster, qui en ont décrit beaucoup, n'ont jamais douté de leur nature végétale.

M. Fuchs tire un autre argument du fait que les fucoïdes du flysch seraient disposés transversalement aux délits, comme s'ils avaient cru au travers des couches. J'ai trois objections importantes à lui présenter :

1° Cette disposition se rencontre parfois, mais elle est bien loin d'être constante. Au contraire la grande majorité de nos empreintes du flysch se présentent presque entières sur la surface des feuillets, lorsqu'on refend le schiste.

2° Les feuillets du schiste ne sont d'ailleurs pas toujours parallèles à la stratification, mais résultent parfois, comme on le constate souvent dans les Alpes, d'un clivage ou d'une lamination plus ou moins oblique par rapport aux couches, et attribuable à la pression.

3° Enfin mon collègue le professeur Schnetzler, botaniste bien compétent, m'assure que certaines algues des mers actuelles sont enracinées à de grandes profondeurs et continuent à croître dans l'eau, alors même que leur partie inférieure est graduellement enfouie dans la vase.

Les arguments qu'avance M. Fuchs, pour faire du flysch un facies de mer profonde, tombent donc les uns après les autres. On pourrait en revanche invoquer en faveur de sa manière de voir la rareté des fossiles animaux et le fait que ceux-ci se réduisent, jusqu'ici, à quelques dents et écailles de poissons. Mais ce n'est point là un argument absolu, et l'on trouverait sans doute dans les mers peu profondes des conditions analogues.

D'autre part la nature pétrographique du flysch et la grande épaisseur de ses couches parlent en faveur d'un facies littoral. Les grès et poudingues si abondants dans le flysch sont des matériaux sédimentaires grossiers, qui

ne se rencontrent que très exceptionnellement à de grandes distances des côtes. Nous y connaissons même des conglomérats à gros éléments, et de véritables brèches, comme à Aigremont, qui ne peuvent s'être déposées que sur le rivage. Les schistes eux-mêmes furent originairement des limons deutérogènes, qui ne sont point à comparer avec l'argile rouge, non plus qu'avec les limons organiques, des hauts fonds. D'ailleurs la grande épaisseur de ces couches indique une sédimentation détritique abondante, tandis que dans les grandes profondeurs la sédimentation est très lente, et d'origine essentiellement organique ou hydro-chimique.

Toutes ces raisons, jointes à la présence, à la fréquence même, des fucoïdes, dans lesquelles je ne puis voir que des algues marines, me font considérer le flysch, sans hésitation aucune, comme un *facies littoral*.

Je puis d'ailleurs facilement concevoir, dans la région qu'occupent actuellement nos Alpes, une mer du flysch, très étendue, mais peu profonde, parsemée de bas fonds, de *klippes* et d'îlots, formant l'intermédiaire entre la haute mer du Nummulitique et l'émersion considérable du commencement de la période miocénique. Il me paraîtrait infiniment moins naturel d'admettre qu'immédiatement avant cette époque, et comme prélude à l'exhaussement final, le fond de la mer eût subi une dépression encore plus forte pour émerger ensuite presque sans transition. Le dernier terrain sédimentaire de nos Alpes suisses ne peut pas être un dépôt formé dans la zone abyssale.

Classification des facies.

M. Th. Fuchs, dans son travail précité, s'est attaché tout spécialement à définir les facies de mer profonde (*Tiefseebildungen*), dont il énumère un grand nombre, appartenant à toutes les époques géologiques. Beaucoup d'autres auteurs, dans ces dernières années surtout, ont décrit les facies les plus divers. Mais ce que l'on a pas encore tenté, du moins à ma connaissance, c'est de grouper systématiquement tous les facies, de manière à mettre bien en saillie leur mode de formation, et à faciliter au géologue, décrivant une contrée, la détermination des facies successifs qu'il y rencontre. C'est une première ébauche de cette classification que je voudrais essayer maintenant.

L'eau est le principal agent de la sédimentation, mais suivant sa masse et sa composition l'eau donne lieu à des formations bien différentes par les organismes qu'elles renferment. Il y a d'ailleurs aussi des formations subaériennes, auxquelles l'eau n'a nullement concouru. Il y a là matière à une distinction primordiale entre les *formations marines,* de beaucoup les plus étendues et les plus importantes, et les *formations terrestres,* plus locales, mais très variées.

A. Formations marines.

M. Fuchs groupe les formations marines de diverses profondeurs en deux catégories seulement : facies littoraux et facies de mer profonde. Les premiers correspondraient aux zones bathymétriques I et II et à la moitié

supérieure de la zone III. Les autres aux zones III (part. inf.), IV et V.

La zone III à Corallines paraît en effet susceptible de subdivision, Forbes y avait distingué deux faunes. La supérieure, caractérisée par *Fusus antiquus, Pullastra virginea* et *Pecten maximus,* présente un cachet plutôt littoral. L'inférieure caractérisée par *Pleurotoma teres* et *Turbinolia Milletiana* se rattache plutôt aux faunes profondes.

Plusieurs auteurs (Jeffreys, Stuxberg) ont reconnu là une ligne importante de démarcation. Au point de vue paléontologique cette limite est d'autant plus essentielle qu'elle correspond à la limite de pénétration des rayons lumineux dans l'eau de la mer (Secchi, Pourtalès), limite qui a dû rester à peu près constante à toutes les époques géologiques. Il me paraît donc très naturel de considérer la profondeur de 50 mètres comme limite approximative des formations littorales. Celles-ci comprendraient ainsi l'ensemble des facies fucoïdéens, ostréens, à gros bivalves, à gros gastéropodes carnassiers, coralligènes, etc.

En revanche, le groupement de tous les facies plus profonds en une seule catégorie, dite *Tiefseebildungen,* me paraît une idée peu naturelle et peu heureuse. L'examen des zones bathymétriques profondes montre qu'il y a là deux groupes de dépôts bien distincts, soit par leurs faunes, soit par la nature des sédiments.

Le groupe supérieur correspondant aux zones III (part. inf.) et IV, comprend encore habituellement des sédiments détritiques vaseux, ainsi que des faunes de mollusques de bonne taille, de polypes, etc. C'est le gisement ordinaire des brachiopodes, bryozoaires, crinoïdes, alcyonaires et autres coraux non constructeurs de récifs, des spongiaires, etc. Ces dépôts se forment essentiellement de

50 à 500 mètres de profondeur, peut-être même encore plus bas. Ce sont ceux que Gressly, et après lui la plupart des géologues, ont appelé *facies pélagique*, mais ce nom doit être abandonné comme prêtant à confusion. Les zoologistes, en effet, emploient le terme de *pélagique* pour désigner les animaux qui nagent à la surface loin des côtes, et dont les dépouilles flottées peuvent se rencontrer à toute profondeur, aussi bien dans les formations littorales que dans les autres.

A défaut d'un terme plus caractéristique, j'emploierai pour désigner ces facies l'expression de *formations sub-littorales*, parce qu'ils succédent aux dépôts littoraux, et s'y rattachent encore par beaucoup de caractères. Peut-être vaudrait-il mieux créer une terme nouveau et dire par exemple *formations bathyales*.

Le groupe inférieur, comprenant tous les dépôts de grande profondeur, et correspondant à la zone V actuelle, mérite à juste titre le nom de *formations abyssales*. Ici, sauf les exceptions dues aux courants marins et aux vents, nous ne trouvons plus de sédimentation détritique mais seulement des dépôts lents d'organismes microscopiques et des précipitations hydro-chimiques. Quant à la faune, grande rareté de fossiles macrozoïques, et ceux-ci appartenant pour la plupart aux dépouilles flottées d'animaux pélagiques.

Je reprends, en sens inverse, ces 3 groupes de formations marines, pour en déterminer les divers facies.

a. *Formations abyssales.*

Au delà de 5000 mètres de profondeur, la drague ne rencontre plus guère qu'un dépôt d'argile rouge, assez

uniforme, que plusieurs considèrent comme un précipité chimique. D'autres paraissent y avoir reconnu au microscope des moules de foraminifères, dont les tests calcaires auraient été dissous par la mer. Dans ces mêmes argiles, qui occupent de grandes étendues sur les hauts fonds, l'expédition du Challenger a constaté de l'oxyde de manganèse, soit incrustant des débris organiques, soit à l'état de nodules ou concrétions diverses. MM. J. Murray et Renard y ont découvert également, par l'analyse microscopique, des poussières cosmiques, et des particules volcaniques très ténues, tout à fait analogues aux cendres de l'éruption du Krakatau.

Au-dessus de 5000 mètres, jusqu'à la limite supérieure de la zone abyssale, la drague rencontre habituellement des limons organiques, tantôt calcaires, tantôt siliceux, dits *boue à Globigérines* et *boue à Radiolaires*. Les premiers sont les plus abondants, mais ils manquent dans les eaux polaires et les mers fermées. Ils sont essentiellement constitués par des débris de foraminifères (G. *Globigerina, Orbulina, Pulvinulina*) dont les espèces pullulent à la surface des océans, là où l'eau est assez chaude, et dont les carapaces calcaires se déposent lentement au fond. Avec ces microzoaires se trouvent des granules calcaires (*Coccolites. Rhabdolites*) attribués à des algues. Ces limons très semblables à la craie, nous expliquent sa formation.

Les *boues à Radiolaires*, que l'on a pu constater jusqu'à 8000 mètres de profondeur, sont de même des limons siliceux composés de *Polycistines* et *Acanthomètres*, de diatomées, spicules de spongiaires, etc.

On rencontre parfois aussi dans ces hauts fonds des sables glauconieux que l'on a également attribués à des

diatomées. Il est clair qu'entre ces divers dépôts abyssaux il existe de nombreux mélanges, qui constituent des types intermédiaires.

Les caractères essentiels des formations abyssales seraient ainsi : sédiments non détritiques, principalement organiques, d'origine microzoïque ou microphytique. Fossiles macrozoïques très rares, consistant en dépouilles d'animaux pélagiques, ou en coquilles minces et types de petite taille. Les rognons ferrugineux et manganeux, ainsi que les silex, chailles, etc., paraissent aussi essentiellement originaires des grandes profondeurs.

Procédant par analogie avec les mers actuelles, je distinguerai parmi les formations abyssales les facies suivants :

1. *Facies rubigineux.* Argiles ou schistes rouges, ferrugineux, parfois manganésifères, à fossiles très rares. Surtout des foraminifères ou radiolaires. Beaucoup plus rarement des fossiles macrozoïques, comme dents de squales, écailles de poissons, ou autres dépouilles de types pélagiques. Nos couches rouges du crétacé supérieur alpin me paraissent appartenir à ce facies. Peut-être aussi le *Old red* et le *New red* d'Angleterre, les *Sernfschiefer* de Glaris, etc.

2. *Facies siliceux* ou *argilo-siliceux* à diatomées, radiolaires, spongiaires, etc.; comme les tripolis et les farines fossiles (*Bergmehl*) des terrains tertiaires ; les *Kieselschiefer* du Silurien de Saxe, etc.; certains jaspes à radiolaires d'Italie, etc.

3. *Facies à chailles.* Calcaires ou argiles entremêlés de bancs, lentilles, ou rognons siliceux (chailles); du moins ceux où les fossiles sont rares ou de petite taille. Ce facies

est fréquent dans le Jura et dans les Alpes, où sa pauvreté en fossiles est remarquable.

4. *Facies crayeux*, ou à *Globigérines*. Les craies avec ou sans silex, les craies marneuses, etc.; et dans les régions montagneuses beaucoup de calcaires plus ou moins compacts, riches en foraminifères, comme le *Seewerkalk* de la Suisse septentrionale.

5. *Facies glauconieux*, comme la glauconie sénonienne de New-Jersey. Si l'opinion se confirme que ces grains verts sont dus à des diatomées, on devra considérer ce facies comme abyssal. La fréquence des craies glauconieuses et des calcaires glauconieux est un argument en faveur de cette attribution. Il y aurait dans ce cas mélange des facies 4 et 5.

b. *Formations sub-littorales (ou bathyales).*

Dépôts sur les fonds de moyenne profondeur, jusqu'à une cinquantaine de mètres de la surface. Lumière encore nulle ou très diffuse. Sédimentation en partie détritique, surtout formée de limons consolidés, mais exceptionnellement aussi matériaux arénacés ou plus grossiers. L'expédition du *Travailleur* a rencontré sur les côtes d'Espagne et de Portugal, jusqu'à 900^{m} de profondeur, des dépôts graveleux associés à une faune profonde. Dans la partie inférieure surtout, ces sédiments peuvent se trouver mélangés de dépôts microzoïques, mais ce sont surtout les grandes espèces de foraminifères qui vivent dans les mers moins profondes.

Les fossiles sont ici beaucoup plus nombreux et variés que dans les formations abyssales. Ils le sont d'autant plus que le rivage est moins éloigné ; ce n'est pas tant le

peu de profondeur, que la proximité du rivage qui détermine l'abondance de la vie sous-marine. Dépouilles nombreuses d'animaux pélagiques : ossements épars de poissons, d'énaliosauriens, etc. ; coquilles flottées de céphalopodes, ptéropodes ; *Aptychus*, *Belemnites*, etc. Tout cela plus ou moins mélangé aux mollusques et autres invertébrés vivant sur les fonds moyens : gastéropodes et pélécypodes de taille moyenne ou petite ; brachiopodes, bryozoaires, crinoïdes ; zoantaires vivant isolés, et ne construisant pas de récifs (Tiefseecorallen) ; spongiaires (*Lithistides*, *Hexactinellides*).

Les facies sont si variés que je ne puis songer à en faire une énumération complète. Les principaux sont :

1. *Facies calcaire à céphalopodes*, formé probablement dans les plus hauts fonds sub-littoraux, avec le concours des microzoaires et microphytes. Ex. : Néocomien alpin ; calcaires compacts du malm à *Aptychus* et à *Ammonites Claus-schichten*, *Calcare ammonitico rosso*, etc.

2. *Facies argilo-pyriteux*, comme le Gault de l'Aube, l'Aptien de Gargas, les argiles de Dives, l'oxfordien pyriteux du Jura, les schistes divésiens du Mœveran, etc.

3. *Facies argilo-marneux à ptéropodes*, contenant souvent aussi des dentales, brachiopodes, crinoïdes, polypiers isolés, etc. Ex. : Valangien à ptéropodes des Pré-Alpes ; certaines stations d'argiles subapennines à dentales et ptéropodes ; marnes à Pleurotomes du Tortonien, etc.

4. *Facies à brachiopodes*, si fréquents dans les terrains mésozoïques, et surtout paléozoïques.

5. *Facies à scyphies*, comme le spongitien, caractérisés par l'abondance des spongiaires siliceux (*Lithistides*).

6. *Facies de charriage*, à coquilles brisées et dépareil-

lées ; résultat des courants marins, qui charrient au loin des matériaux côtiers. Ils peuvent se rencontrer à toutes les profondeurs.

c. *Formations littorales.*

Ces formations sont encore plus variées que les précédentes, par suite des conditions de lumière, de température, d'agitation des eaux, d'oxygénation, de sédimentation, etc., qui déterminent à proximité des côtes une vie organique généralement riche et variée. Les sédiments sont essentiellement deuterogènes, soit détritiques : limons calcaires ou argileux, sables plus ou moins fins, graviers, et leurs dérivés par consolidation.

Le mélange d'animaux pélagiques peut aussi exister, mais naturellement il est beaucoup moins habituel et prédominant. En revanche il y a beaucoup plus souvent mélange de plantes ou d'animaux terrestres, de coquilles d'eau douce, etc. Là où les conditions ont été favorables à leur conservation, les algues marines sont abondantes. Le gros de la faune se compose, suivant les cas, des coquilles de grande taille et bien ornées de gastéropodes et pélécypodes, ou bien d'oursins, de polypiers rameux (*Riffcorallen*), etc.

Les principaux facies à distinguer sont les suivants :

1. *Facies coralligène.* Récifs madréporiques et tous leurs accessoires. Roche calcaire presque exclusivement d'origine organique. A l'intérieur du récif, polypiers entiers, dont les interstices sont remplis d'un limon calcaire, provenant de polypiers décomposés, d'algues calcaires, etc. A l'extérieur, la roche consiste essentiellement en polypiers brisés, souvent plus ou moins triturés, et cimen-

tés par l'incrustation calcaire d'origine hydro-chimique, ou aussi organique, comme celle produite par les bryozoaires encroûtants, etc. Outre les coraux constructeurs, nombre de gros mollusques à coquilles épaisses contribuent à la formation des récifs : *Nérinea*, *Ostrea Cardium.*, *Megalodon*, etc. Dans la période crétacée les *Rudistes* étaient évidemment aussi constructeurs de récifs.

Les calcaires oolitiques, qui accompagnent toujours les calcaires coralliens, ne sont, comme l'a constaté L. Agassiz, en Floride, que des sables calcaires, résultant de la trituration de tous ces débris testacés et se déposant en avant des récifs. Leurs petits grains arrondis sont souvent enveloppés d'une incrustation calcaire, due à ce que l'eau de la mer qui environne les récifs tient toujours en dissolution beaucoup de carbonate de calcium.

On peut attribuer au facies coralligène un grand nombre de calcaires de tout âge. Les plus connus sont ceux des divers niveaux du jurassique supérieur, qui les premiers ont provoqué l'étude des facies. Les géologues belges ont reconnu que beaucoup de leurs calcaires dévoniens n'ont pas d'autre origine. Les calcaires à rudistes du crétacé appartiennent évidemment au même facies. Enfin il est très probable que beaucoup des dolomies triasiques des Alpes méridionales sont dues au même phénomène. On voit se former actuellement au Récif Matea (Fidji), un calcaire dolomitique compact qui contient 38 °/₀ de carbonate de magnesium.

2. *Facies marneux à gros bivalves*, parfois plus calcaires, parfois plus argileux, souvent en dépôts alternatifs, caractérisé par de gros mollusques gastéropodes, et surtout pélécypodes. Ex. : Ptérocérien et Pholadomyen du Jura, calcaire à *Mytilus* des Alpes (reconnu d'âge Bathonien).

3. *Facies vaseux à Fucoïdes*, qui rappelle bien par ses caractères la *Zone à Laminaires* des mers actuelles. En restreignant le nom de flysch aux couches schisteuses, on pourrait s'en servir pour désigner ce facies. Je me suis déjà expliqué un peu plus haut sur l'existence de schistes à fucoïdes semblables, ailleurs que dans l'eocène.

4. *Facies sableux*. Les sables et leurs dérivés, les grès, indiquent la proximité du rivage, sauf dans certains cas de charriage par les courants. Leur faune est aussi en général tout à fait littorale : Mollusques très variés et très ornés, spécialement de nombreux gastéropodes. Souvent aussi huîtres de grande taille. Ex.: Sables pliocènes d'Asti, faluns de l'Aquitaine et de la Touraine, mollasse marine, éocène parisien, grès du gault, grès d'Hettange, etc.

5. *Facies caillouteux*, formé sur les côtes agitées. Graviers plus ou moins grossiers et leurs dérivés, les poudingues. L'agitation des eaux, et la mobilité du fond exclut les êtres délicats et de petite taille, aussi ne trouve-t-on que peu de fossiles dans les poudingues mêmes. Ce sont surtout de gros bivalves, et spécialement de grandes huîtres à test très épais. Parfois aussi des débris terrestres entraînés. Ex. : Poudingues de la molasse marine; poudingue carbonifère, etc.

B. Formations terrestres.

Les dépôts formés sur terre ferme sont excessivement variés, mais, sauf de rares exceptions, ne présentent guère une grande étendue. Ce sont plutôt des formations locales, qui, dès lors, ont bien moins d'importance pour la stratigraphie. Elles sont d'ailleurs d'une définition géné-

ralement plus aisée, et leur origine est par là mieux connue. Toutefois il me paraît utile de les énumérer rapidement à la suite des facies marins.

Ces dépôts peuvent avoir été formés dans les lacs extra-salés, dans les eaux saumâtres, dans les eaux douces, et enfin sans le concours des eaux. Cela nous donne quatre groupes de formations terrestres que nous allons passer en revue.

a. *Formations caspiques ou de lacs salés.*

Les dépôts formés dans les eaux de salure exceptionnelle, sont aussi d'une nature exceptionnelle. La vie organique y fait presque entièrement défaut, comme dans la Mer morte ; de là des dépôts la plupart du temps sans fossiles. La sédimentation est essentiellement hydro-chimique, avec quelques mélanges détritiques, dont la proportion augmente avec l'importance des affluents, et la diminution de la salure. Les eaux précipitent naturellement les sels qu'elles tiennent en dissolution, et cela dans l'ordre inverse de leur solubilité, de sorte que le sel gemme, par exemple, n'a pu être déposé que par des eaux très concentrées. Ces roches halogènes, telles que anhydrite, gypse, sel gemme, etc. sont donc les caractères distinctifs des formations caspiques. Avec elles on rencontre habituellement des dolomies, dont l'origine est moins évidente. Ces dolomies sont-elles dues elles aussi à une précipitation chimique, ou à la sédimentation mécanique? cela ne me paraît pas bien clair.

Il y aurait lieu sans doute à distinguer plusieurs facies parmi les formations caspiques, mais la sédimentation actuelle de ces nappes extra-salées est encore trop peu

étudiée pour donner des termes de comparaison précis. Là aussi il faudrait de nombreux dragages à toutes les profondeurs, pour arriver à de bons résultats. Les plus connus de ces facies sont ceux qu'on nomme *formations salifères*. Outre celles d'âge triasique, qui sont les plus répandues, on en connaît dans le carbonifère des États-Unis, dans le *zechstein* de Thuringe, dans le crétacé d'Espagne, dans le tertiaire de Roumanie, de Pologne, etc.

b. *Formations saumâtres.*

A l'inverse des précédentes, ces formations sont dues à des eaux en partie désalées par le mélange des eaux douces. La vie organique y est donc possible, et même parfois abondante. La sédimentation y est tout à fait normale, et à peu près toujours détritique, à part certains dépôts de diatomées, comme à l'embouchure de l'Elbe. On ne pourra donc guère distinguer les formations saumâtres par la nature des sédiments, mais on le peut en général par les fossiles qu'elles renferment, dont les genres ou sous-genres sont connus pour hanter de préférence ces eaux désalées (*Potamides, Cyrena, Neritina*, etc.). Souvent aussi on y trouve des genres marins, qui se sont petit à petit accoutumés à une eau moins salée, mais leurs formes sont rabougries, comme chez les huîtres de la Baltique.

On peut distinguer deux facies différents dans ces formations saumâtres :

1. *Facies estuarien*, qui se forme dans certaines mers intérieures, comme la Baltique, ainsi que dans les estuaires, lagunes, etc., de plus petite dimension.

2. *Facies d'embouchure*, qui offre un caractère mixte, et

présente souvent des alternances de dépôts marins et fluviatiles.

C'est surtout dans les terrains tertiaires qu'on connaît des exemples de ces facies ; mais on en a aussi constaté dans le purbeck, et même dans le terrain houiller.

c. *Formations limniques*

(Aussi nymphéennes ou d'eau douce).

Ces formations, qui se produisent sous nos yeux, dans nos lacs, nos rivières, nos marais, sont bien connues par leurs types actuels, mais leurs représentants géologiques ne sont guère fréquents que dans la période tertiaire. Cependant, plus on étudie la géologie de nouvelles contrées, plus on retrouve des équivalents d'eau douce, d'âge secondaire ou même primaire. Ces formations sont bien caractérisées par leurs faunes et flores aquatiques, exclusivement nymphéennes ; mais il s'y joint habituellement des débris d'organismes terrestres entraînés. Les plantes terrestres, en particulier, sont fréquentes dans les dépôts d'eau douce, comme parfois aussi dans les formations marines littorales. Les coquilles d'*Helix*, de *Cyclostomes*, etc., se rencontrent habituellement associées aux coquilles d'eau douce proprement dites. J'en pourrais dire autant des insectes, etc. Les êtres terrestres aériens sont donc presque aussi abondants que les êtres nymphéens dans les formations d'eau douce ; mais ils en sont moins caractéristiques, et donnent moins de renseignements sur le mode de formation.

Les quatre facies suivants sont surtout à citer :

1. *Facies lacustre.* Dépôts limniques plus ou moins étendus, parmi lesquels il y aurait encore à distinguer un

facies littoral et un facies profond. Dans la pratique, ils sont difficiles à séparer du facies suivant, avec lequel ils sont souvent confondus en un seul. L'extension du dépôt est presque le seul critère de distinction.

2. *Facies fluviatile.* Dépôts des eaux courantes : fleuves, rivières, torrents, etc. Matériaux plus ou moins grossiers suivant la rapidité du courant. Certains types de mollusques affectent de préférence les eaux courantes. Se baser sur l'analogie avec les animaux actuels.

3. *Facies palustre, marécageux* ou *tourbeux.* Les dépôts formés dans les marécages sont, de même, caractérisés par certains genres de vertébrés, de mollusques ou de plantes, qui constituent les faunes et flores palustres. En outre les formations végétales carbonées, les tourbes et leurs dérivés, lignites, houilles et anthracites, ainsi que leurs compagnons habituels, les schistes et calcaires bitumineux, en sont l'apanage presque exclusif.

4. *Facies tufacé.* Les dépôts de tuf, formés par l'incrustation des mousses et autres débris végétaux, constituent encore un facies particulier des formations limniques. Les mollusques d'eau douce habituels, et surtout les plantes terrestres en sont les fossiles ordinaires. Mais la roche, vaccuolaire, tantôt exclusivement calcaire, tantôt consistant en calcaire siliceux, est suffisamment caractéristique. On ne connaît guère de tufs proprement dits que dans la seconde moitié de l'ère tertiaire. Des calcaires d'eau douce plus compacts les remplacent dans les époques plus anciennes.

d. *Formations subaériennes.*

Les tufs forment déjà une transition aux formations subaériennes, mais ils présentent encore généralement

un caractère de stratification aqueuse, qui fait ordinairement défaut dans les facies dont j'ai encore à parler. Ceux-ci ne forment pas proprement des dépôts, mais plutôt des accumulations très irrégulières, qui ne contiennent que rarement des fossiles. Lorsque ceux-ci se rencontrent ce ne sont pas des êtres aquatiques, mais seulement des organismes terrestres, et tout particulièrement des ossements de mammifères.

Les principaux de ces facies sont :

1. *Facies geysérien* ou de sources minérales (mieux *facies crènogène*). Amas irréguliers de substances très diverses, siliceuses, ferrugineuses, etc. ; remplissant souvent des crevasses ou des poches. Quelques-uns offrent des gisements ossifères intéressants, commes les crevasses sidérolitiques du Mauremont, les phosphorites de Quercy, etc.

2. *Facies ossifère*. Accumulation d'ossements et de matériaux détritiques divers, parfois conglomérés par les incrustations calcaires. Les brèches osseuses et les dépôts ossifères des cavernes en sont les exemples les plus connus.

3. *Facies erratique* ou *glaciaire*. Accumulations irrégulières de matériaux anguleux de toute taille, charriés par les glaciers, et de boues argileuses (*boulder-clay*) produites par leur trituration. Ces matériaux sont souvent plus ou moins remaniés par les eaux torrentielles, et peuvent affecter dans ce cas une stratification irrégulière. Quant aux fossiles, ils font presque toujours défaut.

4. *Facies des dunes*. Sables plus ou moins fins, accumulés par les vents, et présentant parfois une sorte de stratification oblique, comme dans le facies précédent. Ces

conditions sont très défavorables à l'enfouissement et à la conservation des débris organiques. Les sables mouvants du Sahara, ainsi que ceux des bords du Rhône, dans le Valais, appartiennent à cette catégorie.

On pourrait encore rattacher aux formations subaériennes les accumulations volcaniques terrestres, soit les laves formées par coulées, soit surtout les agrégats volcaniques, meubles ou agglomérés (pouzzolane, trass, pépérino, etc.) qui peuvent se rencontrer, comme les autres facies subaériens, interstratifiés parmi les terrains sédimentaires.

Je viens d'énumérer une trentaine de facies différents, dont plus de la moitié appartenant aux formations marines. J'aurais pu en augmenter passablement le nombre en tenant compte de toutes les circonstances de détail, mais j'ai cherché plutôt à condenser, pour établir des types bien caractérisés et bien évidents, en me basant autant que possible sur les facies déjà reconnus. Il est à prévoir que la suite des études dans cette direction nous forcera à admettre un plus grand nombre de facies bien définis, mais cela doit découler des monographies locales, et venir au fur et à mesure des besoins.

Il est incontestable que chacun des modes de formation actuellement en cours a pu et a dû se produire aux différents âges géologiques, avec les modifications qu'entraînaient les circonstances générales du globe à ces divers moments. La tâche du géologue sera donc de rechercher tous les facies, sous lesquels peut se présenter, dans divers pays, un terrain d'âge déterminé. Parfois l'on trouvera dans un même étage des facies différents superposés, qui donneront lieu à une subdivision locale de

l'étage; d'autres fois un même facies pourra s'être continué, plus longtemps sur un point, et englobera ainsi plusieurs étages, dont la distinction, dans cette région, deviendra difficile, sinon tout à fait impossible. La classification des terrains doit être assez souple pour s'appliquer à tous ces cas. Il faut se garder en particulier de considérer chaque facies comme représentant un étage particulier, et d'admettre des lacunes partout où manquent certains facies.

Les divisions géologiques ont nécessairement des valeurs extensives différentes. Celles de 1er ordre (Eres) ont une valeur universelle. Celles de 2me ordre (Périodes = Systèmes) ont une valeur encore très générale. Les divisions de 3me ordre (Époques) se retrouvent presque partout en Europe; mais on ne peut pas s'attendre à rencontrer un groupement identique en Amérique, aux Indes, etc. Les divisions de 4me ordre (Age = Étage) n'ont plus qu'une valeur régionale. Enfin celles de 5me ordre (Assises) sont tout à fait locales.

L'étude des formations et des facies, envisagée à ce point de vue, me paraît destinée à donner une nouvelle impulsion aux sciences géologiques.

Lausanne, le 10 septembre 1884.

NOTICE BIOGRAPHIQUE

SUR

GEORGE BENTHAM

PAR

Sir Joseph HOOKER [1]

Le vétéran de nos botanistes, George Bentham, vient de mourir au moment où il touchait à son quatre-vingt-quatrième anniversaire. Sa vie, dès l'enfance, a été marquée par une activité incessante, et ensuite, pendant quinze ou vingt ans, par des changements multipliés. Grâce à son origine, à ses relations, à sa résidence dans diverses localités du continent et en Angleterre, il a connu beaucoup d'hommes célèbres dans les sciences, la littérature et les arts. En outre, une association intime avec son oncle, Jeremie, le publiciste, a été une circonstance notable, car pendant plusieurs années il l'a aidé dans ses rapports avec les journaux et luî a servi de secrétaire jusqu'en 1832, époque de sa mort. Comme on attache aujourd'hui de l'importance aux généalogies, nous croyons devoir donner quelques détails sur la famille et sur les premières années de Bentham, avant de parler de

1 Traduite du journal anglais *Nature*, du 2 octobre 1884.

sa carrière de botaniste. Cela nous est facile, grâce aux renseignements qu'il nous a fournis lui-même.

En 1750, ou a peu près, Jeremie Bentham, avoué et d'une famille de notaires qui habitaient de père en fils les Minories depuis le commencement du XVIIme siècle, émigra dans l'ouest de Londres, où il acheta un immeuble à Queen's square et Petty France (aujourd'hui York street), près du parc Saint-James. Il avait deux fils : l'aîné, Jeremie, bien connu comme jurisconsulte, le second, Samuel (plus tard Sir Samuel), père de George, le botaniste. Samuel étudiait les constructions navales et avait visité, à l'âge de 22 ans, les ports de la Baltique pour se perfectionner dans son état. Il voyagea ensuite en Sibérie et se lia avec le prince Potemkin, qui l'engagea à entrer au service de l'impératrice Catherine, d'abord au civil et plus tard dans l'armée. Il se distingua dans une action sur mer contre les Turcs, ce qui lui valut la croix de St-George et le commandement d'un régiment cantonné en Sibérie. De là, il eut l'occasion de pénétrer dans la Chine orientale. Après dix ans d'absence, il revint en Angleterre avec le rang de général.

Bientôt après la mort de Catherine, son ami le comte Spencer, chef de l'amirauté, lui offrit un emploi, désirant profiter de son génie et de son expérience pour améliorer l'administration de nos flottes. Bentham accepta, et après avoir donné sa démission du service russe, il fut nommé Inspecteur général des constructions navales. Son fils avait ouï dire que parmi les améliorations qu'il avait introduites se trouvaient les scies et la machine pour faire les poulies excentriques, de feu Isambard Mark Brunel, qu'il avait attiré en Angleterre.

En 1796, le général Bentham épousa la fille aînée du

docteur George Fordyce, membre de la Société royale, bien connu comme médecin et auteur.

Mme Bentham était une femme très capable et énergique. Elle avait beaucoup aidé son père dans des publications et, avec une persévérance encore plus remarquable, elle aida son mari dans la rédaction de volumineux rapports à l'Amirauté. Elle l'accompagna dans ses inspections, qui duraient quelquefois plusieurs mois. Jusqu'à l'âge de quatre-vingts ans elle eut une belle écriture et plusieurs personnes se souviennent qu'à plus de 90 ans elle fit paraître, dans le *Times*, des lettres sur la campagne de Crimée, pour insister sur des améliorations dans le matériel de guerre, notamment sur l'emploi de canons de fort calibre que son mari, alors défunt, avait recommandés.

C'est pendant une des inspections annuelles à Portsmouth que George naquit à Stoke, village près de cette ville, maintenant englobé par elle. Il était le second fils de ses parents et eut aussi trois sœurs, dont une plus âgée que lui. Les uns et les autres étaient des enfants précoces. A quatre ans les deux sœurs aînées faisaient les robes dont elles s'habillaient et dressaient la liste de ce qu'elles possédaient. Avant l'âge de cinq ans George écrivait des compositions, s'amusait à lire avec son frère, « les leçons faciles » de Miss Edgeworth, et commençait le latin. Tous ont appris à lire par les mots, non par les lettres ou les syllabes.

L'Amirauté envoya le général Bentham, en 1805, à Saint-Pétersbourg pour y faire construire des vaisseaux destinés à la marine anglaise. Il y conduisit sa famille et résida deux ans dans cette capitale, où il confia l'éducation de ses enfants à une dame russe, qui avait du mérite et

savait l'anglais. Grâce à une facilité extraordinaire pour les langues cette jeune famille se trouva bientôt en état de parler facilement le russe, le français et l'allemand. Un prêtre russe leur enseigna le latin et la musique, pour laquelle George montra toute sa vie une véritable passion.

Lorsque la guerre éclata, en 1807, entre la Russie et l'Angleterre, le général Bentham fut rappelé. Son retour devait s'effectuer par Revel et la Suède. Parti de Revel pour Stockholm sur une mauvaise frégate russe, avec un équipage dont la majorité n'avait jamais été sur mer, les voyageurs, après beaucoup de bordées en avant et en arrière, durent jeter l'ancre, le quatorzième jour, à Carlscrona ! Ils furent retenus en Suède pendant plusieurs semaines, ce qui avec beaucoup de persévérance suffit aux deux fils et à l'aînée de la famille pour apprendre assez bien le suédois. Ils mirent à la voile de Gothenbourg pour Harwich sur un mauvais vaisseau, et après avoir souffert d'une succession de tempêtes ils arrivèrent le soir du quatorzième jour, mais l'équipage s'empara des canots pour gagner la côte, en laissant la famille Bentham vivre jusqu'au lendemain à midi au moyen de morceaux de biscuits jetés çà et là.

Le général s'établit à Hampstead, d'où il se rendait chaque matin aux bureaux de l'Amirauté et à Somerset-house, tandis que George et son frère continuaient leurs études. Des maîtres particuliers en étaient chargés, ce qui continua plus tard, aussi George a-t-il regretté toute sa vie de n'avoir pas été dans une école ou un collège. Il croyait devoir à cette cause une timidité habituelle qui lui donnait une froideur apparente, dont quelques personnes attribuaient l'origine à des motifs bien éloignés

de son caractère et de ses dispositions. Une partie de son temps se passait à Berry Lodge, propriété près de Gosport, que son père avait achetée et qui est restée dans la famille. C'est de là qu'il fit une visite avec son père, chez lady Spencer, à Ryde, où il rencontra, par hasard, John Stuart Mill, alors un enfant de six ans qu'on regardait comme un prodige. Au dire de Bentham il était effectivement d'une précocité singulière : il savait le grec, le latin, l'histoire, la logique et aimait à le montrer ; il discutait aussi avec lady Spencer du mérite comparatif de son ancêtre le duc de Malborough et de Wellington, lui Mill, prenant le parti de ce dernier.

L'année 1814 débuta par de grands événements. L'invasion de la Russie et l'incendie de Moscou furent d'un intérêt tout palpitant pour la famille Bentham. George, âgé alors de treize ans, et chez lequel germait un auteur, commença avec son frère et sa sœur une traduction d'articles d'un journal russe, sur les opérations des armées, qui fut insérée dans une revue anglaise. Il s'exaltait sur les revers et l'abdication finale de Napoléon, aussi fut-il présenté par son père à l'empereur de Russie lors de la visite de ce monarque aux établissements de la marine à Portsmouth.

La paix une fois proclamée, la famille Bentham se rendit en France avec l'intention d'y faire un long séjour. Elle s'arrêta d'abord à Tours, ensuite à Saumur et à Paris pendant l'époque extraordinaire du retour de Napoléon et de son renversement final. Le jeune Bentham notait les événements dans un journal, avec beaucoup d'anecdotes sur l'exil du roi, la défaite de l'empereur, la restauration, la conduite des alliés, l'exécution de Ney et La Bedoyère, l'état de Paris et le rôle joué dans la poli-

tique du jour par Walter Savage Landor, ami intime de sa famille. Il paraît même que sa jeunesse ne l'empêchait pas de jouir de la conversation d'hommes célèbres qu'il avait l'occasion de rencontrer. Richelieu, Talleyrand, le comte de Damas, Jean-Baptiste Say et Madame Andelan, fille d'Helvétius, alors très âgée, étaient au nombre des amis de ses parents, de même que M. de Humboldt, qui se prit d'affection pour lui, l'encouragea fortement dans son goût pour les études de géographie et lui facilita l'accès dans des bibliothèques et chez divers savants, pour qu'il pût rédiger un ouvrage de géographie physique auquel il travaillait.

En 1816, le général Bentham organisa une sorte de caravane, pour visiter, avec sa famille, plusieurs amis dans l'intérieur de la France et voir les grandes villes de ce pays et autres objets intéressants. Une voiture à deux chevaux servait de dortoir; une longue charrette suspendue, à deux roues et un cheval, avec des livres et un piano, était pour M. et Mme Bentham; enfin une troisième, meublée de la même manière, était celle de M^elles^ Bentham et de leur gouvernante. On voyageait le jour, d'un point digne d'attention à un autre et, la nuit arrivée, on bivouaquait sur la route, dans le jardin d'un ami, ou dans les dépendances des préfectures, grâce à des recommandations envoyées de la capitale. C'est ainsi que la famille visita Orléans, Tours, Angoulême, Bordeaux, Toulouse, Montpellier et finalement Montauban où elle séjourna dans une maison de campagne qu'elle avait louée. De Montauban la caravane fut abandonnée, mais on gagna dans des voitures particulières Carcassonne, Narbonne, Nîmes, Tarascon, Marseille, Toulon et enfin Hyères.

C'est dans cette excursion, à Angoulême, que l'attention de Bentham se tourna pour la première fois sur la botanique. Sa mère, qui aimait les plantes et était en relation avec le botaniste Aiton, de Kew, avait acheté la Flore française, par de Candolle.

Le jeune homme regarda cet ouvrage par hasard, et fut frappé de la table analytique pour déterminer les affinités et les noms des plantes qui concordait exactement avec les méthodes d'analyse et de tableaux de son oncle Jeremie, que lui-même s'efforçait d'imiter dans son manuscrit sur la géographie. Il sortit immédiatement de la maison, prit la première plante venue et se mit à en étudier les caractères avec l'Introduction de la *Flore*, qui est un traité de botanique élémentaire. Il parvint à savoir la famille, le genre et l'espèce. Il s'agissait du *Salvia pratensis,* plante difficile pour un commençant, à cause de l'irrégularité de la fleur et des conditions exceptionnelles de l'ovaire et des étamines. Le succès lui fit trouver du plaisir à déterminer d'autres plantes.

C'est à Montauban, non loin de Toulouse, que Bentham a passé plusieurs mois qu'il regardait comme l'époque la plus heureuse de sa vie. Il entra comme étudiant dans la Faculté (protestante) de théologie et suivit avec zèle des cours de mathématiques, d'hébreu et de philologie comparée. Cette dernière science a eu toujours pour lui un grand attrait. A la maison il s'occupait de musique, d'espagnol, de dessin et de botanique, mais les jours de fête il se montrait passionné de la danse. On assure qu'il se vantait d'avoir eu dans l'hiver, à Toulouse, 34 bals, dont 13 consécutifs, qui duraient de neuf heures du soir à neuf heures du matin.

Le « Dictionnaire d'histoire naturelle » qui venait de

paraître, plusieurs cours de Benedict Prevost [1] et les ouvrages généraux de de Candolle sur la structure et la classification des plantes l'initièrent à la botanique scientifique et lui firent étudier des plantes exotiques dont il s'occupa jusqu'en 1820, qu'il se mit à chasser et empailler des oiseaux. A cette époque John Stuart Mill vint passer six à huit mois chez son père et c'est probablement ce qui dirigea Bentham du côté de la philosophie. A vingt ans il commença la traduction en français de la « Chrestomathie » de son oncle, qui fut publiée quelques années plus tard à Paris. En même temps il étudiait les ouvrages de Lamarck et le « Système analytique des connaissances positives de l'homme, » qu'il abandonna avec dégoût, à cause de la phrase : « Dieu créa d'abord la matière, » suivie de l'assertion que la nature a été la seconde chose créée, qui avait produit tout le reste. Passant du grand au petit, ce fut l'entomologie qui l'attira. Il fit des tableaux de ses observations sur la vie des insectes, en suivant le plan de ses tableaux de faits sur la géographie, la philosophie et de ses propres idées.

La phase subséquente de ce véritable protée, fut de diriger comme administrateur ou fermier le domaine de 2000 acres, de Restinclières, près de Montpellier, que son père avait acheté et dont il lui remettait la gestion, attendu que son frère aîné était mort d'un accident depuis quelques années. Bentham se consacra avec ardeur à cette tâche pour laquelle ses habitudes régulières, sa faculté d'attention et sa connaissance des usages français devaient être d'une grande utilité. La ferme et les vignes furent

[1] Savant genevois qui a fait des découvertes sur la carie des blés (Note du traducteur).

vite dans des conditions prospères et lucratives. Bentham trouvait encore le temps de suivre à ses recherches favorites. Les jours de congé il faisait des excursions botaniques dans les Pyrénées et les Cévennes, ou bien chez lui il s'occupait de logique et préparait une édition française de « l'Essai sur la nomenclature et la classification » de son oncle. C'est alors qu'il rédigea son premier ouvrage d'une certaine importance : « l'Essai sur la nomenclature et la classification des arts et des sciences, » publié à Paris, ouvrage qui le fit remarquer en France comme doué d'un grand talent d'analyse et d'exposition et comme dialecticien prudent.

En 1823, il se rendit à Londres pour acheter des instruments d'agriculture et voir les méthodes perfectionnées qu'on pourrait introduire dans la propriété de Montpellier. A peine arrivé, son oncle le pria de venir le voir, et de lui montrer la traduction manuscrite de la Chrestomathie. Cette invitation, l'attrait de la société scientifique et littéraire anglaise et le fait que des préventions locales gênaient de toute manière l'introduction de nouveautés utiles à Restinclières, eurent pour conséquence la vente de ce domaine, en 1826, et le retour de la famille Bentham en Angleterre.

George fut accueilli dans la meilleure société littéraire et scientifique de Londres. Il était des déjeuners et des soirées de Sir Joseph Banks, et travaillait dans l'herbier et la bibliothèque de ce savant, ainsi que dans les collections des sociétés linnéenne et d'horticulture. Il commença des relations amicales qui ont duré indéfiniment avec Brown, Lambert, Don, Sabine, Menzies, etc. Dans un voyage en Angleterre et en Écosse, il fit connaissance avec Sir James Smith, Dawson Turner, Graham, Greville,

Hooker et plusieurs autres botanistes. C'est alors qu'il devint ami intime du Dr Arnott, plus tard professeur de botanique à Glasgow, avec lequel il fit en 1824 un long voyage aux Pyrénées. Le résultat de cette excursion fut son premier ouvrage de botanique, intitulé : « Catalogue des plantes indigènes des Pyrénées et du Bas Languedoc, avec des notes et observations. Paris, 1826. »

Une fois fixé à Londres, une nouvelle carrière s'ouvrit pour Bentham. Son oncle Jeremie lui proposa de consacrer la plus grande partie de son temps à l'aider dans la préparation et la publication de ses manuscrits, ajoutant l'assurance qu'il pourvoirait à son avenir dans ses dispotions testamentaires. L'idée d'aider son oncle lui plaisait, mais non l'autre perspective, car il désirait une profession sérieuse qui pût le conduire à une situation indépendante.

Après plusieurs conversations, d'un genre délicat, avec son oncle, il fut convenu qu'il entrerait à Lincoln's inn pour étudier le droit, qu'il donnerait quelques heures de la matinée à son oncle, qu'il dînerait chez lui deux fois par semaine, et travaillerait pour lui de 8 h. à 11 h. Cet arrangement dura, plus ou moins régulièrement, jusqu'à la mort de Jeremie en 1832. A ce moment, grâce à beaucoup de folles et inutiles spéculations du célèbre juriste, aux sommes ridicules dépensées par ses exécuteurs testamentaires pour la publication de ses ouvrages et a certaines irrégularités du testament, Bentham s'est trouvé l'héritier de la maison de Queen's square, mais de beaucoup moins d'argent à côté de cela qu'il n'aurait dû en recevoir. La mort de son père, l'année précédente, venait de lui donner, en compensation, un certain degré d'indépendance.

De 1826 à 1832, la vie de Bentham fut extrêmement active. Outre les travaux fastidieux qu'il avait à faire chez son oncle, dont il ne partageait pas du tout les idées et dont il regrettait plusieurs actes, il avait à publier et quelquefois à remanier les nombreux documents que son père — alors Sir Samuel Bentham — avait accumulés sur l'administration de la marine et des chantiers. Ses études de droit devaient céder le pas à la logique et la jurisprudence. Sur la première de ces deux branches il publia des « Esquisses d'un nouveau système de logique » (*Outlines of a new system of logic*), accompagnées d'une critique des éléments de logique du Dr Whateley (Londres 1827), où la doctrine de la quantité du prédicat fut exposée pour la première fois clairement.

Ce travail remarquable fut en quelque sorte mort-né, car on avait à peine vendu soixante exemplaires que, le libraire ayant fait faillite, l'édition fut saisie et mise aux vieux papiers. On s'aperçut seulement en 1850 (*Atheneum,* 31 décembre 1850) qu'il renfermait une découverte, ce qui amena une vive contestation pour savoir si William Hamilton en avait eu le premier le mérite, contestation tranchée dans le *Contemporary review* de mai 1873, par Herbert Spencer, en faveur de Bentham.

Quant à la jurisprudence, deux sujets attirèrent fortement son attention : l'un était la codification, où il s'éloignait entièrement des idées de son oncle et énonçait des opinions qui furent discutées par Brougham, Hume et O'Connell ; l'autre était sur les lois concernant le vol. Il soumit ses idées à Sir Robert Peel, occupé alors de son *bill* sur la fusion des lois pénales. Cet homme d'État en fut si content qu'il adressa une lettre de félicitation à l'auteur et lui dit qu'on tiendrait grand compte de ses

remarques et qu'elles seraient remises à Sir John Richardson, auquel le projet était renvoyé. Brougham, à qui Jeremie avait communiqué le travail de son neveu, écrivit une lettre de 18 pages de remarques à ce sujet. Telles sont, avec une brochure sur les droits réels, les principales contributions de George Bentham à la science du droit. Il pratiqua fort peu. En 1832, il prit bien son premier degré et suivit à la Cour, coiffé d'une perruque et portant la robe, le chef sous les ordres duquel il s'était placé, mais une timidité nerveuse coupa net son discours et il eut la mortification d'entendre l'avocat de la partie adverse dire que « dans toute sa longue pratique il n'avait jamais ouï un plaidoyer plus absurde (preposterous). »

Sur le terrain de la botanique, Bentham était plus solide. Il fit venir son herbier, en 1828, de France en Angleterre et fut élu à cette époque, membre de la Société linnéenne, dont il suivit avec délices et ponctualité les séances, les dîners annuels et le club. L'arrivée de Wallich de l'Inde, avec les énormes collections de la Compagnie, qui faisaient connaître la flore de l'Himalaya, du pays des Birmans et de plusieurs autres régions du vaste empire des Indes, lui fournirent l'occasion d'étudier des plantes nombreuses et difficiles, en particulier les Labiées, sur lesquelles il publia son « Labiatarum genera et species. » Cette famille était un véritable chaos avant que Bentham lui eût appliqué sa faculté remarquable de généralisation et de description.

En 1829, il abandonna décidément le droit pour la botanique, et accepta la charge de secrétaire honoraire de la Société d'horticulture, qui était alors dans une situation fâcheuse de dettes et de dissensions. Il la tira

avec bonheur de cette position, et aidé par son ami Lindley, secrétaire adjoint, il l'éleva sous le rapport financier et scientifique à une hauteur dont elle n'a plus approché dans la suite.

En 1833, Bentham épousa la fille de feu Sir Harford Brydges, de Boultibrooke, ancien ambassadeur à la Cour de Perse. En 1834, il se transporta dans la maison de son oncle à Queen square, sur l'emplacement actuel des Queen Ann's mansions où il a résidé jusqu'en 1842; mais voyant alors qu'il avait besoin de plus de place pour son herbier et sa bibliothèque et décidé à s'occuper spécialement de botanique, il se rendit à Pontrilus house, dans le comté de Hereford. C'est là qu'il fit sa revision des Labiées et qu'il rédigea les monographies de grandes familles, comme les Éricacées, Scrophulariacées et autres, pour la continuation du *Prodromus systematis naturalis regni vegetabilis* par son ami Alphonse de Candolle[1].

Il jugea cependant, en 1854, que les dépenses pour ses collections et sa bibliothèque dépassaient ses ressour-

[1] Bentham a été en grande partie la cause de la continuation et des succès du *Prodromus*. A la mort de mon père, en 1841, j'hésitais en présence d'une tache aussi considérable, qui demandait beaucoup de temps et le concours de nombreux auteurs. Bentham, plus âgé que moi de quelques années, m'encouragea et me promit sa collaboration. Dans les dix volumes publiés par mes soins, il a rédigé 1133 pages de notre texte à petits caractères et ces pages contiennent autant d'espèces différentes que les 1387 de moi. Il a été de tous les auteurs qui m'ont aidé gratuitement le plus ponctuel à livrer ses manuscrits. Avec un collaborateur de plus aussi actif et aussi régulier dans ses travaux, l'ouvrage aurait pu comprendre toutes les Phanérogames, tandis que j'ai été obligé de l'arrêter à la fin de la classe principale des Dicotylédones et de le reprendre ensuite sous une forme moins régulière. (Note communiquée par M. A. de Candolle.)

ces et il se décida à les offrir au Jardin royal de Kew. Ce cadeau fut estimé valoir six mille livres sterling (150,000 fr.). Bentham revint alors à Londres. Il eut un moment l'idée d'abandonner la botanique, attendu, disait-il avec une modestie singulière, qu'il était un amateur qui avait traité la science comme un exercice intellectuel de classification, plutôt que sous un point de vue plus savant, où l'anatomie, la physiologie et l'étude des plantes Cryptogames doivent s'unir à la classification et la description des Phanérogames. Il céda néanmoins aux instances de ses amis Sir William Hooker et le Dr Lindley, et sur l'offre qu'on lui fit d'un accès facile à sa propre bibliothèque et son ancien herbier à Kew, dans la salle où on les avait déposés. Sir W. Hooker lui demandait aussi d'inaugurer la série des flores coloniales dont le plan était arrêté, en faisant la flore de l'île de Hong-Kong. Bentham s'établit alors à Londres, d'abord à Victoria street et ensuite à Wilton place où il a fini ses jours. On l'a vu, jusque dans la dernière année de sa vie, venir chaque jour, de 10 h. à 4 heures, à Kew, pour ses travaux de descriptions, excepté en automne lorsqu'il allait voir ses amis du Herefordshire ou du continent.

Après la Flore de Hong-Kong, Bentham se mit à celle d'Australie. Avec l'aide des observations, des collections et des nombreuses découvertes de son infatigable et habile correspondant, le baron Mueller, de Victoria, il acheva, seul, en 1867, les sept volumes de cet ouvrage, qui contient environ 7000 espèces et se trouve être, jusqu'à présent, le plus considérable qui ait été publié sur une flore exotique. Entre-temps il ébauchait avec le Dr Hooker [1] le plan d'un ouvrage général sur les Phané-

[1] Sir Joseph Hooker (Note du traducteur).

rogames. L'intention était d'abord de se borner à la carpologie, mais la forme adoptée fut une étude critique et une description de tous les genres basés sur des caractères valides, pour lesquels les herbiers de Bentham et Hooker, réunis, offraient des ressources immenses. Le *Genera plantarum ad exemplaria, imprimis in herbariis Kewensibus servata, definita,* a été commencé en 1862 et conclu en 1883. La majeure partie en est due à l'activité infatigable de Bentham.

La seule diversion qu'il se soit permis de faire à ses travaux de Kew a été la présidence de la Société linnéenne de 1863 à 1874, à laquelle il a consacré son temps, ses forces et sa bourse avec un dévouement extraordinaire. Il combinait avec les fonctions de président celles de secrétaire, de trésorier et d'éditeur de la partie botanique des *Transactions* et du *Journal*, ce qui lui prenait une demi-journée ou une journée entière chaque semaine.

Lorsqu'on transporta les collections, la bibliothèque et les portraits de la Société du vieux édifice de Burlington house dans le local actuel, Bentham arrangea lui-même tous les objets, jusqu'à porter lui-même les livres pour les classer sur les rayons. Ses discours annuels étaient remarquables par l'amplitude des sujets qu'il embrassait. Les personnes qui le croyaient un descripteur tout occupé de classification, s'étonnaient de son pouvoir d'analyse et du jugement sûr qu'il portait dans les questions d'évolution, dans les discussions sur les écrits de Hæckel, la distribution géographique, l'état et l'avenir de la botanique paléontologique, la vie dans les profondeurs de la mer, l'abiogenèse, les méthodes de biologie, l'histoire et les travaux des Sociétés et de leurs journaux ou l'exposé

succinct des publications périodiques de toutes les parties du monde.

Quand le *Genera* fut achevé, au printemps de 1883, ses forces, qui pendant plusieurs années n'avaient pas semblé diminuer, cédèrent tout à coup, et après plusieurs tentatives inutiles pour reprendre ses occupations, il cessa de venir à Kew. Enfin, après avoir langui, de plus en plus affaibli par l'âge, il est mort le 10 septembre 1884, quelques jours avant d'avoir atteint sa 85me année, sans laisser de descendants. Il donna l'ordre que ses funérailles fussent conduites sous une forme privée (strictly private).

L'esquisse qui précède ne peut pas donner l'idée du travail énorme accompli par Bentham en ce qui concerne les plantes Phanérogames. Il n'y a presque pas de famille importante qu'il n'ait plus ou moins remaniée dans le *Genera plantarum.* On remarque surtout ce qu'il a fait pour les Composées, les Graminées, les Cypéracées et les Orchidées, familles sur lesquelles, ainsi que sur d'autres, il a publié des mémoires écrits de main de maître, dans les publications de la Société linnéenne. Ses traités sur les Légumineuses ne sont pas moins importants, et il n'y a pas une seule flore des pays tropicaux ou tempérés sur laquelle il n'ait jeté beaucoup de lumière. On peut dire en conscience que pour l'étendue et la diversité de bons travaux de cette nature, personne ne l'a surpassé. Les qualités distinctives de ses descriptions sont surtout l'exactitude scientifique, le bon ordre, la précision des termes, la clarté et le talent pour éloigner ce qui est inutile. Sous ces divers rapports il n'a pas eu de supérieur depuis Linné et Robert Brown, et n'a laissé aucun égal, sauf Asa Gray.

Ses dispositions aimables de caractère et ses qualités

solides du cœur et de la tête sont au-dessus de tout ce qu'on peut en dire. Bien que froid dans les manières et très timide, il se montrait le plus obligeant des collaborateurs et le plus affranchi de sentiments de rivalité à l'égard d'autres savants.

Un grand nombre d'Académies étrangères ont rendu hommage à Bentham. En particulier il était membre correspondant de l'Institut de France. Son élection à la Société royale date seulement de 1862. Avant cela, en 1829, il aurait été nommé, sur la présentation de R. Brown, s'il n'avait demandé avec d'autres candidats d'être effacé de la liste pour montrer leur mécontentement de la nomination à la présidence d'un duc de la famille royale. Il reçut, malgré cela, la médaille royale de la Société, et en 1878, lors de l'achèvement de la Flore australienne, le secrétaire d'État, sans en avoir reçu la demande, engagea Sa Majesté la Reine à le nommer de l'Ordre de Saint-Michel et Saint-George.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

PHYSIQUE

B. Boncompagni. Intorno ad una lettera di Carlo-Federico Gauss..... Sur une lettre de Gauss a Olbers.

Le tome XVIe du *Bullettino di bibliografia e di Storia delle scienze matematiche e fisiche* contient une lettre de Gauss à Olbers, en date de Brunswick, 3 septembre 1805, qui est la reproduction fidèle de l'autographe possédé par la Société royale des sciences de Göttingue ; elle est accompagnée d'une excellente traduction en italien du Dr Alfonso Sparagna.

Le prince Balthasar Boncompagni, l'illustre éditeur du *Bullettino*, non content d'avoir donné une photolithographie de cette lettre de Gauss [1], si importante à divers points de vue, en a fait l'objet d'une étude particulière. Dans le savant Mémoire présenté à l'Académie pontificale des *Nuovi Lincei*, à la séance du 20 mai 1883, le prince Boncompagni examine et commente tous les passages de la lettre de Gauss à Olbers; il corrige et rectifie çà et là les erreurs des biographes et fournit les renseignements les plus exacts et les plus complets, tant sur Gauss et les savants cités dans sa lettre, que sur leurs travaux respectifs. Pour donner une idée du soin scrupuleux avec lequel ces laborieuses recherches ont été poursuivies, il suffit de faire remarquer que pour la biogra-

[1] Voyez l'opuscule de 8 pages in-4°, intitulé : « Lettre de Charles-Frédéric Gauss au Dr Henri-Guillaume Mathias Olbers, en date de *Braunschweig den 3 September 1805*, publiée par B. Boncompagni, d'après l'original possédé par la Société royale des sciences de Göttingue. Berlin, Institut de Photolithographie des frères Burchard. Imprimerie de Gustave Schade. Otto Francke. M.DCCCLXXXIII. »

phie de Gauss plus de cinquante ouvrages ont été consultés et collationnés. Le prince Boncompagni a fait d'ailleurs pour Gauss, ce qu'il avait fait précédemment pour Laplace et beaucoup d'autres mathématiciens; il a fixé d'une manière certaine et irrévocable les dates de sa naissance et de sa mort, après avoir relevé maintes erreurs chronologiques accréditées par des écrivains estimés. Grâce au prince Boncompagni, il est maintenant parfaitement établi, 1° que Laplace naquit à Beaumont-en-Auge, diocèse de Lisieux, le 23 mars 1749 et mourut à Paris le 5 mars 1827[1]; 2° qu'Olbers naquit à Arbergen, aux portes de Brême, le 11 octobre 1758 et mourut dans la ville de Brême le 2 mars 1840, à 2 heures du matin; 3° que Gauss naquit à Brunswick, dans la maison qui porte aujourd'hui le n° 30 de la Wilhemstrasse le 30 avril 1777 et mourut à Göttingue, le 23 février 1855 à 1 heure et 5 minutes du matin.

Le 30 avril 1877, M. le professeur Ernest Schering a prononcé, pour le centenaire de la naissance de Gauss, dans une séance solennelle de la Société royale des sciences de Göttingue, un discours qui a été imprimé sous le titre : « *Karl Friedrich Gauss Geburtstag* » et dont la traduction italienne a été publiée dans le tome IX des *Annali di Mathematica pura ed applicata*. Le prince Boncompagni a indiqué dans son Mémoire les différences qui se rencontrent entre le texte de la lettre autographe de Gauss et les fragments qu'en a donnés M. Schering dans son discours.

Un passage particulièrement intéressant de la lettre de Gauss à Olbers est celui où il parle de Leblanc, c'est-à-dire de la mathématicienne Sophie Germain, née à Paris[2] le

[1] *Atti di nascita e di morte di Pietro Simone marchese di Laplace pubblicati da B. Boncompagni.*

[2] Sophie Germain naquit selon toute vraisemblance dans l'ancienne maison dite du Cabas d'or, au chevet de l'église Sainte-Opportune, rue Saint-Denis. C'est là du moins que demeurait son père, en 1789, lorsqu'il fut élu député à l'Assemblée nationale. Mais la maison du Cabas d'or et l'église Sainte-Opportune n'existent plus aujourd'hui. Le Conseil municipal de Paris, sur notre proposition, vient de décorer du nom de Sophie Germain l'une des rues de Paris-Montrouge.

1er avril 1777, et morte dans la même ville le 27 juin 1831, à 1 heure du matin, dans la maison de la rue de Savoie, qui porte le n° 13. Dès l'année 1880, le prince Boncompagni avait gratifié le monde savant d'une reproduction photolithographique de cinq lettres autographes de Sophie Germain à Gauss, sous ce titre : *Cinq lettres de Sophie Germain à Charles-Frédéric Gauss, publiées par B. Boncompagni, d'après les originaux possédés par la Société royale des sciences de Göttingen. Berlin, Institut de Photolithographie des frères Burchard. Brandenburgstrasse, 44. MDCCCLXXX.*

Il convient de faire observer que le portefeuille coté *n° 58, — Sophie Germain — Leblanc — 1804-1829,* à la Bibliothèque de la Société royale des sciences de Göttingue contient, outre les cinq lettres déjà mentionnées, cinq autres lettres autographes inédites de Sophie Germain à Gauss, lesquelles seront prochainement publiées par le prince Boncompagni. Entre autres erreurs, signalons celle qui a été commise par Sigismond Günther lui-même. dans son « *Briefwechsel zwischen Gauss und Sophie Germain.* Il a écrit 1806 au lieu de 1804, pour la date de la première lettre à Gauss, signée Leblanc; et cette erreur a été répétée dans la traduction italienne d'Alfonso Sparagna. Le prince Boncompagni a également relevé beaucoup d'inexactitudes dans le livre de M. Hippolyte Stupuy : *Philosophie moderne. Œuvres philosophiques de Sophie Germain.*

M. Angelo Genocchi, dans un Mémoire lu à l'Académie royale des sciences de Turin, le 20 juin 1880, *Il carteggio di Sofia Germain e Carlo-Federico Gauss,* a fait ressortir la belle démonstration envoyée à Gauss par Sophie Germain, pour les nombres premiers dont 2 est résidu ou non résidu, démonstration qu'elle avait déduite de la théorie de la division du cercle, et dont Gauss disait « qu'elle était très fine et qu'elle lui avait extrêmement plu. »

Dans un autre passage de sa lettre à Olbers, Gauss lui annonce qu'il vient de trouver, comme par la grâce de Dieu, la démonstration d'une règle posée dans l'art. 356 de ses « *Disquisitiones arithmeticæ* » qu'il avait vainement cherchée depuis plus de quatre ans. Notons en passant que c'est encore au prince Boncompagni que nous devons la connaissance

des dates exactes de la naissance et de la mort de Poullet-Delisle, l'auteur de la traduction française du livre des « *Disquisitiones arithmeticæ*[1]. »

Enfin l'examen de la lettre de Gauss à Olbers a amené le prince Boncompagni à s'occuper de l'ouvrage « *Summatio quarumdam serierum singularium* » puis de la formule

$$(aa + a'a' - 2\,aa' \cos \varphi)^{-1/2} = \mathrm{A}^{\circ} + 2\,\mathrm{A}' \cos \varphi + \\ + 2\,\mathrm{A}'' \cos 2\,\varphi + 2\,\mathrm{A}''' \cos 3\,\varphi + \text{etc.}$$

Nous ne suivrons pas l'éminent auteur sur ce terrain purement scientifique, et nous nous bornerons à recommander à l'attention du lecteur les précieux renseignements qu'il donne sur Gauss et ses amis, Olbers, Bessel, von Zach, Piazzi, Heyne et Schumacher, ainsi que sur l'astronome polonais Odlanicki Poczobut et le géomètre Wolfgang Bolyai, natif de Bolya en Transylvanie.

A. MARRE.

CHIMIE

AD. MÜLLER. ACIDE CARBOXYTARTRONIQUE. (*Berichte*, XVI, p. 2985. Zurich.)

L'hydroxylamine agit sur l'acide carboxytartronique et forme l'acide diisonitrososuccinique :

$$\begin{array}{l} \mathrm{COOH} \\ | \\ \mathrm{C} = \mathrm{NOH} \\ | \\ \mathrm{C} = \mathrm{NOH} \\ | \\ \mathrm{COOH} \end{array}$$

fusible vers 128° en se décomposant; cet acide chauffé avec de la soude et du sulfate de fer se colore fortement en

[1] Voyez l'opuscule de B. Boncompagni, intitulé : « *Intorno alla vita ed ai lavori di Antonio-Carlo-Marcellino Poullet-Delisle. Notizie raccolte da B. Boncompagni.* » (Extrait du tome XV du *Bullettino*.)

rouge ; réduit on n'obtient pas d'amide, mais seulement de l'ammoniaque.

Ed. Odernheimer. Furfurol. (*Berichte*, XVI, p. 2988. Zurich.)

L'hydroxylamine n'enlève qu'un seul oxygène au furfurol ce qui semble prouver que le second atome est lié à 2 atomes de carbone et que le furfurol a la constitution :

```
CH = CH\
|        >O
CH = C  /
      \
       CHO.
```

La furfuraldoxime cristallisée de ligroïne forme des aiguilles fusibles à 89° et bout vers 205°. La réduction ne donne que des résines, l'oxydation la détruit. Le chlorhydrate, le sel de soude et l'éther éthylique de la furfuraldoxime ont été préparés, ce dernier se décompose partiellement à la distillation.

Bernhard Westenberger. Combinaisons isonitrosées. (*Berichte*, XVI, p. 2991. Zurich.)

L'auteur a préparé l'isonitrosoisopropylkétone, par l'éther isopropylacétacétique et le nitrite de soude en solution potassique, il forme des feuilles fusibles à 75°, et a pour formule $CH_3 - CO - C(NOH) - CH = (CH_3)_2$.

L'œnanthaldoxime $C_7H_{15}NO$ s'obtient par l'action de l'hydroxylamine sur l'œnanthol, ce sont des tables fusibles vers 50°, bouillant vers 195°, ne donnant de sel ni avec l'acide chlorhydrique ni avec la soude, par contre Westenberger a obtenu un sel d'argent $(C_7H_{15}NO)_2 AgNO_3$ et l'éther éthylique qui bout vers 186°.

L'anisaldoxime s'obtient par l'anisaldéhilyde et l'hydroxylamine et forme des feuilles fusibles à 45°.

La cuminaldoxime fond à 52°. Le bichlorure d'éthylidène n'est pas attaqué par l'hydroxylamine.

La téréphtaldoxime fond vers 200°. Sa formule est $C_6H_4(CHNOH)_2$; son éther éthylique $C_6H_4(CHNOC_2H_5)_2$ fond à 55° ; l'éther acétique $C_6H_4 \begin{cases} CHNOC_2H_5 \\ CHNOC_2H_3O \end{cases}$ fond vers 155°.

L'hydroxylamine agit sur l'éther acétacétique et donne l'éther éthylique de l'acide β isonitrosobutizique, c'est une huile qui se décompose par la distillation, l'acide lui-même forme de petits bâtonnets fusibles vers 140°.

Les éthers méthylique, éthylique et diéthylique de l'éther acétacétique donnent des corps isonitrosés analogues.

C. Schall. Du rapport qui existe entre le poids moléculaire d'une substance liquide et la rapidité de sa volatilisation. (*Berichte*, XVI, p. 3011. Zurich.)

L'auteur croit avoir remarqué une loi qu'il exprime par la formule $m = m' \frac{t'}{t}$, mais qui demande à être vérifiée ; il fait observer aussi que les quantités des chaleurs de vaporisation de quelques substances observées par Regnault, à leur température d'ébullition et sous une pression de 760^mm^ diminuent avec l'augmentation des poids moléculaires, ainsi:

	Point d'ébullition.	Chaleur de vaporisation	Poids moléculaire.
Eau,	100°	536,67	18
Alcool,	78°4	214,3	46
Chloroforme,	61°2	61,0	119,5

et enfin il remarque qu'en multipliant la chaleur de vaporisation par le poids moléculaire on obtient des chiffres qui peuvent servir à grouper les substances. Ces recherches demandent à être poursuivies.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS DE

SEPTEMBRE 1884

Le 1er, très forte rosée le matin.
2, éclairs à l'O. et au NO. dans la soirée; couronne lunaire à 11 h. du soir.
3, couronne lunaire à 7 h. du soir; depuis 8 h. éclairs au NO. et au S.; à 11 h. du soir tonnerres à l'O
4, faible arc-en-ciel à 3 h. de l'après-midi.
6, couronne lunaire à 10 h. du soir.
12, très forte rosée le matin; éclairs à l'O. dans la soirée.
13, id.
15, forte rosée le matin.
16, très forte rosée le matin.
17, très forte rosée le matin et le soir; lueur crépusculaire à 6 h ½ du soir.
18, très forte rosée le matin; brouillard à 7 h. du matin; lueur crépusculaire à 6 h. ½ du soir.
19, très forte rosée le matin et le soir.
20, id.
21, très forte rosée le matin; brouillard à 7 h. du matin; éclairs dans la soirée de l'E. par le N. à l'O; à 7 h. 40 m. du soir tonnerre à l'O
22, à 6 h. 50 m du soir, éclairs à l'O.
27, très forte rosée le matin; lueur crépusculaire de 6 h. à 6 h. ½ du soir.
28, très forte rosée le matin et le soir.
29, id.
30, très forte rosée le matin; brouillard à 7 h. du matin.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
		Le 4 à midi	715,62
Le 8 à 11 h. soir	733,53		
		10 à 1 h. soir	727,18
13 à 6 h. matin	731,13		
		14 à 4 h. soir	729,08
18 à 2 h. matin	735,52		
		21 à 4 h. soir	724,55
24 à minuit	733,16		
		26 à 4 h. soir	727,57
28 à 10 h. matin	733,54		
		30 à 4 h. soir	729,25

Jours du mois.	Baromètre: Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre: Écart avec la hauteur normale	Baromètre: Minim. observé au barogr.	Baromètre: Maxim. observé au barogr.	Température C.: Moyenne des 24 heures	Température C.: Écart avec la temp. normale	Température C.: Minim.	Température C.: Maxim.	Fract. de saturation en millièmes: Moy. des 24 h.	Fract. de saturation: Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation: Minim.	Fract. de saturation: Maxim.	Pluie ou neige: Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige: Nomb. d'h.	Vent dominant.	Nébulosité moyenne	Temp. du Rhône: Midi.	Temp. du Rhône: Écart avec la temp. normale	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°					mm.				°	°	cm
1	726,25	— 1,51	725,38	726,83	+18,08	+ 1,49	+ 9,0	+25,6	686	— 55	420	980	...	...	S. 1	0,42	+18,3	0,0	204,5
2	726,01	— 1,73	724,76	727,08	+20,84	+ 4,36	+15,9	+26,2	676	— 68	470	840	...	...	S. 1	0,38	18,4	+ 0,2	203,2
3	722,37	— 5,35	717,00	725,33	+17,74	+ 1,37	+14,7	+21,0	788	+ 41	730	870	2,9	4	variable	0,95	17,5	— 0,7	199,0
4	717,81	— 9,89	715,62	721,64	+13,08	— 3,17	+10,7	+17,9	805	+ 56	610	990	20,2	17	S. 1	1,00	17,4	— 0,7	189,5
5	721,97	— 5,71	721,39	723,29	+11,32	— 4,81	+ 8,3	+15,4	822	+ 70	570	960	3,5	6	variable	0,90	13,4	— 4,6	194,5
6	725,61	— 2,04	723,66	726,41	+14,17	— 1,85	+ 8,7	+20,7	758	+ 4	450	990	0,8	2	S. 1	0,60	13,6	— 4,4	196,2
7	727,46	— 0,47	725,61	731,12	+13,57	— 2,32	+ 9,8	+18,7	836	+ 79	720	930	5,9	7	SO. 1	0,98	...	.....	195,0
8	732,24	+ 4,64	731,10	733,53	+14,45	— 1,32	+10,0	+19,7	689	— 70	520	890	1,9	2	variable	0,83	13,9	— 3,9	196,8
9	732,08	+ 4,50	730,28	733,29	+12,74	— 2,90	+ 8,9	+16,2	881	+119	770	960	4,0	15	variable	1,00	13,7	— 4,1	195,0
10	728,10	+ 0,55	727,18	729,75	+12,79	— 2,73	+11,0	+16,6	961	+197	810	1000	21,9	16	variable	1,00	12,2	— 5,5	195,5
11	729,92	+ 2,40	729,00	730,95	+13,83	— 1,56	+ 8,8	+19,4	832	+ 65	640	1000	0,2	1	N. 1	0,48	...	.....	193,0
12	730,59	+ 3,10	730,01	731,03	+13,48	— 1,77	+ 9,1	+18,3	871	+102	680	1000	...	...	variable	0,65	16,6	— 0,9	193,9
13	729,79	+ 2,33	728,26	731,13	+13,01	— 2,11	+ 6,8	+19,1	862	+ 90	660	1000	...	...	variable	0,77	16,9	— 0,6	192,0
14	729,70	+ 2,27	729,08	730,63	+15,66	+ 0,68	+10,9	+20,8	798	+ 24	540	1000	2,0	2	N. 1	0,33	...	.....	189,0
15	730,08	+ 2,68	729,12	731,02	+16,92	+ 2,07	+11,8	+23,2	774	— 2	530	920	...	...	N. 1	0,73	17,3	0,0	187,6
16	732,34	+ 4,97	731,25	733,24	+16,95	+ 2,24	+10,5	+23,4	814	+ 35	590	980	...	...	variable	0,63	17,5	+ 0,3	185,1
17	734,51	+ 7,17	733,36	735,45	+17,78	+ 3,22	+12,1	+22,7	810	+ 29	630	960	...	...	variable	0,15	17,8	+ 0,7	182,0
18	733,94	+ 6,63	732,08	735,52	+17,65	+ 3,23	+11,4	+24,2	794	+ 11	540	1000	...	...	variable	0,25	17,8	+ 0,8	179,5
19	730,49	+ 3,22	728,51	732,70	+17,27	+ 2,99	+11,2	+23,7	782	— 3	530	990	...	...	variable	0,15	18,0	+ 1,1	177,4
20	728,16	+ 0,92	727,06	729,21	+17,30	+ 3,17	+11,0	+22,3	838	+ 51	670	990	...	...	variable	0,13	18,4	+ 1,6	175,3
21	726,20	— 1,01	724,55	727,91	+17,87	+ 3,89	+11,5	+25,0	778	— 12	510	1000	...	...	S. 1	0,68	...	.....	173,0
22	726,69	— 0,49	725,88	728,86	+18,79	+ 4,96	+15,4	+23,3	680	—112	450	840	...	...	S. 1	0,50	17,6	+ 1,0	171,2
23	731,85	+ 4,71	729,45	733,10	+13,62	— 0,06	+11,7	+16,8	838	+ 44	710	1000	5,6	4	N. 1	1,00	17,1	+ 0,6	169,9
24	732,35	+ 5,24	731,38	733,16	+13,47	— 0,05	+10,5	+16,7	772	— 23	630	940	...	...	NNE. 1	0,52	17,0	+ 0,6	171,3
25	731,69	+ 4,62	730,29	732,88	+13,24	— 0,13	+ 9,3	+17,6	816	+ 19	580	960	...	...	variable	0,85	17,3	+ 1,0	168,9
26	728,73	+ 1,69	727,57	730,35	+14,81	+ 1,60	+11,4	+17,3	781	— 18	620	920	...	...	NNE. 1	0,70	17,4	+ 1,2	166,7
27	730,34	+ 3,34	728,47	732,46	+15,91	+ 2,86	+10,7	+21,7	740	— 61	450	1000	...	...	variable	0,10	17,4	+ 1,3	164,0
28	732,69	+ 5,72	731,95	733,54	+12,20	— 0,69	+ 6,0	+18,2	805	+ 2	530	1000	...	...	variable	0,00	...	.....	163,0
29	732,15	+ 5,22	730,98	733,07	+12,92	+ 0,19	+ 6,5	+18,9	844	+ 40	600	1000	...	...	N. 1	0,02	16,9	+ 1,0	159,4
30	730,72	+ 3,82	729,25	732,04	+14,16	+ 1,59	+ 8,1	+20,4	815	+ 9	530	1000	...	...	variable	0,40	17,4	+ 1,6	158,9

MOYENNES DU MOIS DE SEPTEMBRE 1884.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
Baromètre.								
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	725,97	725,87	726 24	726,32	725,90	725,44	725 82	726,37
2e »	731 28	731,24	731 57	731,59	730,64	730,02	730,43	730,85
3e »	730,55	730,30	730,70	730 92	730,16	729,53	730,00	730 58
Mois	729 27	729,13	729,50	729,61	728,90	728,33	728 75	729,27
Température.								
	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+13,42	+11 85	+12,65	+16,45	+18 24	+17,42	+15,06	+13,94
2e »	+12,85	+11,53	+12,20	+17,66	+20,15	+20,97	+17,60	+14,82
3e »	+12,35	+11,22	+11 66	+15,91	+18,75	+18,72	+15 89	+13,09
Mois	+12 87	+11,53	+12,18	+16 67	+19 05	+19,04	+16 21	+13,95
Fraction de saturation en millièmes.								
1re décade	847	885	898	724	657	691	799	821
2e »	934	938	954	740	632	628	800	914
3e »	913	941	909	754	598	604	728	848
Mois	898	921	920	739	629	641	776	861

	Therm. min.	Therm. max.	Température du Rhône.	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0	0		mm	cm
1re décade	+ 10,70	+ 19,80	+ 15,38	0,81	61,1	196,92
2e »	+ 10,36	+ 21,71	+ 17,54	0,43	2,2	185,48
3e »	+ 10,11	+ 19,59	+ 17,26	0,48	5,6	166,63
Mois	+ 10,39	+ 20,37	+ 16,67	0,57	68,9	183,01

Dans ce mois l'air a été calme 1,7 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,76 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 27°,5 O. et son intensité est égale à 9,8 sur 100.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE SEPTEMBRE 1884.

Le 1er, brouillard par un fort vent le matin.
2, brouillard le matin et à 10 h. du soir; fort vent presque tout le jour.
3, brouillard par un très fort vent tout le jour.
4, neige dans la nuit du 3 au 4 et à 10 h. du soir; fort vent le matin et forte bise l'après-midi.
5, brouillard à 7 h. du matin; neige et forte bise l'après-midi.
6, brouillard à 7 h. du matin.
8, brouillard à 7 h. du matin et depuis 4 h. du soir; forte bise depuis 7 h. du soir.
9, forte bise tout le jour; neige à 10 h. du soir.
10, forte bise tout le jour; neige de 1 h. à 4 h. du soir; brouillard depuis 7 h. du soir.
11, forte bise à 7 h. du matin; fort vent depuis 10 h. du matin; neige à 4 h. du soir.
12, fort vent le matin et forte bise l'après-midi; brouillard à 7 h. du matin et 10 h. du soir; neige dans la journée.
13, fort vent tout le jour; brouillard le matin et à 10 h. du soir; neige l'après-midi.
14, neige dans la nuit du 13 au 14; brouillard par un fort vent tout le jour.
21, fort vent l'après-midi et dans la nuit suivante.
23, brouillard le matin; pluie mêlée de neige à 4 h. du soir.
26, brouillard le matin.
27, neige dans la nuit du 26 au 27; brouillard tout le jour.
30, brouillard à 10 h. du soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
		Le 1er à 5 h. matin	567,23
Le 2 à 1 h. soir	568,99		
		4 à 1 h. soir	556,58
9 à 11 h. matin	569,59		
		10 à 10 h. matin	566,12
17 à 11 h. soir	576,19		
		22 à 6 h. matin	566,47
25 à 1 h. matin	571,03		
		27 à 4 h. matin	567,15
29 à minuit................	571,95		
		30 à 11 h. soir	569,70

SAINT-BERNARD. — SEPTEMBRE 1884.

Jours du mois.	Baromètre.				Température C.				Pluie ou neige.			Vent		Nébulosité moyenne.
	Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum observé au barographe	Maximum observé au barographe	Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum absolu.	Maximum des 6 observat.	Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures.	dominant.		
	millim.	millim	millim.	millim.	°	°	°	°	millim.	millim				
1	567,86	— 0,29	567,23	568,35	+ 4,59	— 0,49	+ 3,1	+ 6,6	.....	.....	....	SO.	1	0,85
2	568,42	+ 0,32	567,34	568,99	+ 4,89	— 0,10	+ 3,2	+ 7,0	.....	.....	....	SO.	2	0,85
3	565,76	— 2,28	562,02	568,20	+ 3,97	— 0,93	+ 3,8	+ 4,9	.....	.....	....	SO.	3	1,00
4	557,53	—10,45	556,58	561,07	— 0,69	— 5,50	— 2,8	+ 2,1	80	54,0	....	SO.	2	1,00
5	559,82	— 8,10	558,33	561,04	— 0,26	— 4,98	— 0,2	+ 3,2	30	6,2	....	NE.	2	0,87
6	563,84	— 4,02	561,29	566,30	+ 0,16	— 4,46	— 5,0	+ 2,7	.....	.....	....	NE.	1	0,60
7	566,80	— 0,99	566,04	567,53	+ 2,12	— 2,40	— 0,5	+ 5,8	.....	13,7	....	NE.	1	0,83
8	568,17	+ 0,45	567,07	568,62	— 0,49	— 4,91	— 1,8	+ 1,4	.....	.....	....	NE.	1	0,77
9	568,77	+ 1,12	568,37	569,59	+ 0,56	— 3,76	— 1,8	+ 2,8	20	7,9	....	NE.	2	0,83
10	566,82	— 0,76	566,12	568,30	— 0,71	— 4,92	— 1,2	+ 1,2	80	13,0	....	NE.	2	0,97
11	568,53	+ 1,02	567,72	569,42	— 1,26	— 5,36	— 1,8	0,0	20	1,4	....	SO.	2	0,87
12	569,46	+ 2,02	568,89	570,20	— 0,76	— 4,75	— 1,3	+ 0,7	30	12,0	....	variable		1,00
13	569,51	+ 2,14	569,04	570,22	— 0,91	— 4,79	— 1,2	+ 0,9	30	15,0	....	SO.	2	1,00
14	569,91	+ 2,61	568,97	571,08	+ 0,92	— 2,84	— 1,2	+ 2,2	10	3,0	....	SO.	2	1,00
15	571,40	+ 4,18	570,60	572,44	+ 4,07	+ 0,43	+ 1,0	+ 6,8	.....	.....	....	SO.	1	0,57
16	573,85	+ 6,71	572,43	574,93	+ 7,81	+ 4,29	+ 3,8	+10,8	.....	.....	....	NE.	1	0,27
17	575,46	+ 8,40	574,87	576,19	+10,01	+ 6,61	+ 6,2	+13,1	.....	.....	....	NE.	1	0,23
18	575,02	+ 8,04	574,09	576,18	+10,47	+ 7,20	+ 6,8	+13,0	.....	.....	....	NE.	1	0,03
19	572,21	+ 5,31	571,07	574,07	+ 8,96	+ 5,81	+ 5,8	+12,0	.....	.....	....	NE.	1	0,15
20	570,36	+ 3,54	569,92	571,07	+ 9,27	+ 6,25	+ 6,2	+12,5	.....	.....	....	NE.	1	0,08
21	568,93	+ 2,19	567,54	570,25	+ 6,71	+ 3,82	+ 5,6	+ 8,4	.....	.....	....	SO.	2	0,55
22	567,49	+ 0,84	566,47	568,50	+ 4,59	+ 1,83	+ 2,6	+ 7,0	.....	3,1	....	SO.	1	0,78
23	569,33	+ 2,77	568,60	569,96	+ 2,14	— 0,49	0,0	+ 4,2	.....	7,6	....	NE.	1	0,93
24	569,99	+ 3,51	569,29	570,90	+ 4,37	+ 1,87	+ 2,3	+ 6,8	.....	.....	....	NE.	1	0,68
25	570,12	+ 3,72	569,40	571,03	+ 4,22	+ 1,86	+ 1,8	+ 6,2	.....	.....	....	SO.	1	0,68
26	567,97	+ 1,66	567,59	569,37	+ 4,77	+ 2,55	+ 4,5	+ 6,5	.....	.....	....	NE.	1	0,80
27	568,58	+ 2,36	567,15	569,93	+ 1,17	— 0,91	— 0,4	+ 3,3	30	10,0	....	NE.	1	1,00
28	570,87	+ 4,74	569,90	571,93	+ 3,91	+ 1,97	+ 0,2	+ 6,7	.....	.....	....	NE.	1	0,00
29	571,68	+ 5,64	571,39	571,95	+ 4,59	+ 2,79	+ 2,0	+ 8,3	.....	.....	....	NE.	1	0,35
30	570,49	+ 4,54	569,70	571,56	+ 4,36	+ 2,70	+ 2,2	+ 7,3	.....	.....	....	NE.	1	0,57

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A MARTIGNY

pendant le

MOIS DE SEPTEMBRE 1884

Le 3, fort vent du ONO. l'après-midi.
4, très fort vent du NNO. dans la nuit du 3 au 4, et pendant la journée; brouillard tout le jour.
6, très fort vent du NNO. vers 4 h. du soir.
10, brouillard à 1 h. de l'après-midi.
20, légère secousse de tremblement de terre à 3 h. 50 m. du soir.
23, assez fort vent du NNO. le matin.
26, assez fort vent du NNO. de 1 h. à 4 h. du soir.
27, brouillard dans la plaine jusqu'à 9 h. $^1/_2$ du matin, puis à mi-côte jusqu'à 1 h. de l'après-midi.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM	mm
Le 9 à 7 h. matin	725,98
12 à 1 h. soir	725,46
17 à 10 h. soir	728,49
23 à 10 h. soir	725,99
28 à 7 h. matin	726,99

MINIMUM	mm
Le 4 à 7 h. matin	709,45
10 à 4 h. soir	720,60
15 à 4 h. soir	722,15
21 à 4 h. soir	717,80
26 à 4 h. soir	720,92
30 à 4 h, soir	722,29

MARTIGNY. — SEPTEMBRE 1884.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum des 6 observat.	Baromètre. Maximum des 6 observat.	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la température normale.	Température C. Minimum absolu.	Température C. Maximum des 6 observat.	Fraction de saturation en millièmes. Moy des 24 h.	Fraction de saturation en millièmes. Écart avec la fraction normale.	Fraction de saturation en millièmes. Minim.	Fraction de saturation en millièmes. Maxim.	Pluie ou neige. Eau tombée d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nomb. d'h.	Vent dominant.	Nébulosité moyenne.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°					mm.			
1	719,74	....	719,05	720,45	+16,57	....	+ 9,0	+23,3	701	.....	460	950	....	...	NNO. 1	0,58
2	719,60	....	718,61	720,90	+18,22	....	+11,7	+24,0	711	.....	580	800	....	...	NNO. 1	0,15
3	714,83	....	710,90	718,85	+18,70	....	+13,8	+24,3	641	.....	380	810	....	...	ONO. 2	0,60
4	710,86	....	709,45	713,78	+11,05	....	+ 9,5	+15,2	913	.....	750	980	22,4	...	NNO. 3	1,00
5	714,89	....	714,04	715,98	+11,15	....	+ 7,4	+13,9	799	.....	540	930	7,6	...	NNO. 0	0,82
6	719,29	....	718,56	719,87	+13,72	....	+ 9,7	+18,4	729	.....	500	860	3,3	...	NNO. 1	0,68
7	720,92	....	719,73	723,18	+12,62	....	+ 9,4	+15,1	833	.....	590	880	7,5	...	NNO. 0	0,83
8	725,24	....	724,68	725,87	+14,47	....	+10,2	+18,7	674	.....	540	770	....	...	NO 1	0,72
9	725,12	....	724,19	725,98	+12,22	....	+ 9,6	+14,5	846	.....	690	940	6,7	...	ONO. 1	0,98
10	721,23	....	720,60	722,28	+12,22	....	+11,0	+15,0	926	.....	820	980	8,9	...	ONO. 1	1,00
11	723,35	....	722,24	724,38	+13,55	....	+ 7,0	+18,3	758	.....	600	900	....	...	NNO. 1	0,35
12	725,01	....	724,49	725,46	+12,79	....	+10,4	+15,6	799	.....	730	810	0,8	...	NNO. 1	0,75
13	723,69	....	722,35	725,30	+12,89	....	+ 6,8	+16,5	761	.....	650	930	....	...	NNO. 1	0,88
14	723,49	....	722,22	724,35	+15,75	....	+ 9,7	+22,8	693	.....	450	870	....	...	variable	0,33
15	724,15	....	722,15	725,54	+16,07	....	+ 8,8	+23,1	736	.....	550	850	....	...	NNO. 0	0,55
16	726,19	....	725,07	726,91	+16,97	....	+ 9,1	+24,3	738	.....	520	900	....	...	ONO. 1	0,22
17	728,04	....	726,96	728,49	+17,85	....	+ 9,5	+24,1	746	.....	530	870	....	...	NNO. 1	0,18
18	726,79	....	725,15	728,30	+18,25	....	+11,1	+25,1	733	.....	570	880	....	...	NNO. 1	0,10
19	723,24	....	721,66	725,53	+17,75	....	+10,3	+23,5	741	.....	510	870	....	...	ONO. 1	0,13
20	721,35	....	720,05	722,74	+18,32	....	+11,2	+24,6	728	.....	540	890	....	...	ONO. 1	0,08
21	719,21	....	717,80	721,16	+17,70	....	+11,4	+22,8	754	.....	620	880	....	...	ONO. 1	0,38
22	719,92	....	719,23	721,93	+16,95	....	+14,4	+20,8	799	.....	540	970	3,4	...	NNO. 1	0,88
23	725,00	....	723,56	725,99	+15,10	....	+13,8	+18,9	789	.....	640	900	4,1	...	NNO. 1	0,95
24	725,42	......	724,61	725,95	+14,17	....	+11,4	+17,8	783	.....	630	890	....	...	NNO. 1	0,63
25	724,59	....	723,47	725,88	+14,24	....	+11,8	+17,4	811	.....	700	870	....	...	NNO. 1	0,67
26	721,53	....	720,92	722,53	+15,00	....	+11,9	+17,8	806	.....	700	890	....	...	NNO. 2	0,70
27	724,06	....	723,11	725,23	+14,50	....	+12,4	+18,2	774	.....	560	930	11,3	...	variable	0,75
28	726,08	....	724,95	726,99	+13,15	....	+ 7,4	+18,6	758	.....	610	850	....	...	variable	0,05
29	725,57	....	724,54	726,74	+14,05	....	+ 6,0	+19,7	754	.....	550	900	....	...	variable	0,08
30	723,77	....	722,29	726,00	+14,50	....	+ 7,4	+20,6	761	.....	640	890	....	...	variable	0,22

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — SEPTEMBRE 1884.

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade...	565,53	565,00	564,99	565,51	565,51	565,46	565,42	565,61
2e » ...	571,62	571,37	571,31	571,63	571,56	571,53	571,71	571,84
3e » ...	569,72	569,34	569,29	569,72	569,54	569,42	569,57	569,75
Mois	568,96	568,57	568,53	568,95	568,87	568,81	568,90	569,05

Température.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s	10 h. s.
	0	0	0	0	0	0
1re décade...	+ 0,95	+ 2,03	+ 2,86	+ 2,43	+ 1,55	+ 1,42
2e » ...	+ 3,65	+ 5,89	+ 7,11	+ 6,49	+ 4,51	+ 4,26
3e » ...	+ 3,35	+ 5,06	+ 6,34	+ 5,45	+ 4,16	+ 2,90
Mois	+ 2,65	+ 4,33	+ 5,44	+ 4,79	+ 3,41	+ 2,86

	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée
	0	0		mm	mm
1re décade...	— 0,32	+ 3,77	0,86	94,8	210
2e » ...	+ 2,43	+ 7,20	0,52	31,4	90
3e » ...	+ 2,08	+ 6,47	0,63	20,7	30
Mois	+ 1,40	+ 5,81	0,67	146,9	330

Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,28 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 16,7 sur 100.

MOYENNES DE MARTIGNY. — SEPTEMBRE 1884.

Baromètre.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade...	719,53	719,35	718,85	718,52	718,89	719,52
2e » ...	725,59	725,27	724,08	723,28	724,00	724,61
3e » ...	724,12	723,94	722,99	722,74	723,10	723,85
Mois......	723,08	722,85	721,97	721,51	722,00	722,66

Température.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	0	0	0	0	0	0
1re décade..	+11,58	+15,23	+17,28	+17,80	+14,75	+13,51
2e » ..	+10,86	+15,97	+21,13	+21,56	+16,73	+15,45
3e » ..	+12,10	+15,26	+19,04	+18,92	+15,71	+14,18
Mois.....	+11,51	+15,49	+19,15	+19,43	+15,73	+14,38

Fraction de saturation en millièmes.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
1re décade........	865	732	673	666	756	786
2e »	875	733	577	629	715	744
3e »	888	778	639	674	730	779
Mois...........	876	748	630	656	734	770

	Min.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.
	0	0		mm
1re décade........	+10,13	+18,24	0,74	56,4
2e »	+ 9,39	+21,79	0,36	0,8
3e »	+10,79	+19,26	0,53	18,8
Mois...........	+10,10	+19,76	0,54	76,0

RECHERCHES

SUR LES

ORGANISMES VIVANTS DE L'AIR DES HAUTES ALTITUDES

PAR

M. Édouard de FREUDENREICH

Depuis que, grâce surtout aux travaux de M. Pasteur, le rôle que jouent les organismes microscopiques et tout particulièrement les microbes ou bactériens dans les fermentations et dans la production des maladies infectieuses a été mieux établi, l'étude des poussières atmosphériques a pris un nouvel essor. On comprend, en effet, tout l'intérêt qu'il y avait dès lors à rechercher ces organismes dans l'air que nous respirons, ainsi qu'à étudier leurs propriétés. Aussi voyons-nous les travaux se multiplier à partir de 1860. Il serait trop long d'en donner ici la liste complète; on en trouvera d'ailleurs la nomenclature dans l'intéressant et vraiment classique ouvrage du Dr Miquel sur les organismes vivants de l'atmosphère[1]. Nous rappellerons seulement les travaux de Pouchet, de Maddox,

[1] M. P. Miquel, *Les organismes vivants de l'atmosphère*, p. 1-19.

l'inventeur des aéroscopes automatiques, de Cunningham, de Yung, sur les poussières de la Suisse, et surtout ceux du savant chef du service micrographique à l'Observatoire de Montsouris, le Dr Miquel, dont les laborieuses recherches ont permis de dresser, pour l'atmosphère parisienne, une statistique des germes, unique, croyons-nous, dans les annales de la micrographie aérienne.

Les microbes de l'air des montagnes, plus particulièrement, ont déjà suscité de nombreux travaux ; leurs résultats sont toutefois loin d'être d'accord, aussi m'a-t-il paru utile de reprendre à nouveau l'étude de ce point spécial. Avant de l'aborder je m'arrêterai quelque peu aux travaux antérieurs[1].

I

Les premières expériences sur les germes atmosphériques des hautes régions ont été effectuées par M. Pasteur vers 1860, moins en vue, il est vrai, de faire une analyse complète de l'air des montagnes, que dans le but de combattre les vues des hétérogénistes. Pour cela, M. Pasteur ouvrit un certain nombre de ballons de verre d'un quart de litre de capacité, étirés en pointe fine, scellés pendant l'ébullition d'une décoction de levure de bière dont ils renfermaient chacun 100cc environ, et par conséquent vides d'air, à des altitudes diverses ; vingt de ces ballons furent ainsi remplis d'air sur le glacier du Montanvert, à 2000m au-dessus du niveau de la mer, dans un milieu ambiant que l'on pensait pouvoir considérer *à priori*

[1] Dans ce court exposé historique je ferai de nombreux emprunts aux publications du Dr Miquel.

comme très pur, vingt sur le Jura à 850^m et vingt autres ballons enfin au pied de la montagne. Après quelques semaines d'incubation, huit des vingt ballons ouverts à la campagne se peuplèrent d'organismes vivants, cinq des vingt ensemencés avec l'air du Jura s'altérèrent de la même manière, tandis que sur les vingt ballons remplis avec l'air du glacier un seul montra une moisissure. Le résultat de cette expérience fut ainsi de démontrer ce qu'avait voulu prouver M. Pasteur, savoir l'impuissance de l'air à féconder spontanément les infusions putrescibles, purgées au préalable de tout microbe ; elle démontrait en même temps la justesse de l'hypothèse qui lui servait de point de départ, savoir la pureté de l'air des hautes altitudes.

Par contre, nous croyons devoir repousser absolument le procédé opératoire employé dans cette circonstance. En premier lieu, il ne permet pas d'analyser des quantités suffisantes d'air, puis ensuite, ce qui est plus grave, il expose l'observateur à de nombreuses causes d'erreur. Aujourd'hui, en effet, il est reconnu que la simple ébullition d'un liquide sous pression normale ne suffit pas pour le stériliser; il faut pour cela une température de 110° au moins. Or qu'arrive-t-il avec les ballons scellés en pleine ébullition. Le liquide reste limpide, parce que les germes qui ont résisté à la température de 100°, ne trouvent pas, ensuite du vide produit, assez d'oxygène pour se développer de façon à troubler l'infusion. Quand on ouvre plus tard le ballon, l'air y pénètre et permet aux germes de se multiplier et l'on attribue alors aux poussières de l'air ces microbes dont la vie était simplement restée latente à cause du manque d'oxygène. C'est ce qui explique comment d'autres observateurs usant du même procédé

ont trouvé, comme nous le verrons, des quantités étonnantes de germes dans l'air des hautes altitudes. Les inconvénients de ce procédé ont, du reste, été mis en évidence par le Dr Miquel en 1882 déjà[1]. Si M. Pasteur a pu échapper aux causes d'erreur que contient cette méthode, ce n'est que grâce à une extrême habileté expérimentale ainsi qu'à l'emploi de liquides facilement stérilisables (eau de levure de bière). Ainsi MM. Pouchet, Joly et Musset, qui reprirent trois ans plus tard les expériences de M. Pasteur, en ouvrant quatre ballons scellés, vides d'air, à moitié pleins d'une infusion végétale bouillie, dans les glaciers de la Maladetta (Pyrénées) à plus de 3000m au-dessus du niveau de la mer, et quatre ballons pareils à une altitude de 2083m, virent tous leurs ballons s'altérer et fourmiller de bactéries, d'amibes, de monades, etc.

M. le professeur Tyndall fit, il y a quelques années, des expériences analogues sur le glacier d'Aletsch, en Suisse, à une altitude de 2300m; il ouvrit et referma là vingt-sept fioles d'infusions diverses, scellées en pleine ébullition; aucune ne s'altéra, tandis que sur vingt-trois autres fioles ouvertes dans un grenier à foin, vingt et une se peuplèrent d'organismes divers. Cette expérience, quoique témoignant en faveur de l'hypothèse, parfaitement juste selon nous, d'une extrême pureté de l'air des hautes altitudes, n'est cependant pas concluante. En effet, en admettant que la quantité introduite dans chaque tube-pipette ou fiole ait pu s'élever à 20cc, ce qui concorde avec la description que donne Tyndall de son procédé opéra-

[1] Voir aussi l'ouvrage, *Les organismes vivants de l'atmosphère*, p. 137.

toire, ce savant aurait puisé, sur le glacier d'Aletsch, un volume d'air à peine supérieur à un demi-litre, quantité absolument insuffisante pour établir la pureté d'une atmosphère. C'est, du reste, un reproche à adresser à toutes les expériences basées sur le procédé des ballons scellés en pleine ébullition. Il est juste toutefois d'ajouter que les expériences de M. Tyndall, comme celles de M. Pasteur, n'avaient pour but que de démontrer l'inanité des théories hétérogénistes.

Bien plus sérieuses sont les recherches de M. E. Yung, professeur à Genève [1], dont les travaux sur les poussières atmosphériques sont bien connus de tous les micrographes. Ces essais, répartis avec le plus grand discernement dans de nombreuses localités situées à des altitudes diverses, auraient pu fournir les éléments d'une statistique utile des germes de l'air des hautes altitudes si, entrepris à une époque où l'insuffisance d'une simple ébullition pour stériliser les bouillons n'était pas encore démontrée, ils n'étaient aussi venus se heurter aux conséquences presque fatales du procédé des ballons scellés en pleine ébullition. Ce savant fit du reste remarquer lui-même le premier ce qu'il semblait y avoir de paradoxal dans des résultats paraissant établir que l'air qui baigne les sommets les plus élevés égalerait en impureté celui de la plaine.

Pendant l'été 1882 le professeur Giacosa [2], de Turin, se livra à quelques travaux au sommet du mont Marzo, voisin du mont Rose, à une altitude de 2753^{m}, ainsi

[1] *Archives des sciences physiques et naturelles de Genève*, troisième période, tome IV, p. 573.

[2] *Archives ital. de biologie*, t. III, fasc. II.

qu'au pied de la montagne. Les résultats qu'il obtint alors pourraient faire croire également que l'air des montagnes contient constamment un nombre fort considérable de germes.

Nous croyons cependant que ces résultats sont dus à la méthode employée par le savant professeur de Turin, plutôt qu'à l'impureté de l'air du mont Marzo. Une dizaine de tubes remplis de liquides nutritifs stérilisés à 100° et scellés pendant l'ébullition furent ouverts sur le sommet de la montagne, puis exposés pendant environ quarante-huit heures à la chute des poussières atmosphériques. Pour recueillir le contenu de ces tubes, le professeur Giacosa se servit d'autres tubes, étirés en pointe effilée, dans lesquels il avait produit le vide en y faisant bouillir un peu d'eau distillée et en en scellant la pointe au moment où sortaient les derniers jets de vapeur. M. Giacosa en cassait la pointe, après l'avoir flambée, au fond des tubes ouverts dont le contenu se précipitait dans l'espace vide; il ne restait plus alors qu'à les refermer. Comme on le voit, ce procédé nécessite de nombreuses manipulations, toujours un peu périlleuses, et repose également sur l'hypothèse d'une stérilisation obtenue à 100°, hypothèse qui, comme nous l'avons vu, doit absolument être écartée aujourd'hui. Aussi n'y a-t-il pas lieu de s'étonner de voir les tubes du professeur Giacosa se peupler des organismes les plus divers dans cette expérience.

En outre, l'exposition de ballons ouverts à la chute des poussières atmosphériques, est sujette à bien des objections encore. D'abord, ce procédé ne nous fournit aucune donnée au sujet de la quantité d'air analysée et rend, par conséquent impossible toute évaluation du nombre des

germes contenus dans un volume connu d'air. On pourrait tenter, il est vrai, de déterminer approximativement le temps qu'il faut pour que les poussières, par exemple d'un mètre cube, se déposent sur une surface de quelques centimètres carrés, en tenant compte de la vitesse du vent, de la densité de l'atmosphère, etc.; mais on trouverait alors que ce n'est pas quarante-huit heures seulement que cette exposition de quelques tubes ouverts à l'air devrait durer, mais bien des journées entières et même des semaines. En outre, cette méthode vous expose ainsi que cela est arrivé au professeur Giacosa, à voir des moucherons venir se noyer dans le liquide et y apporter des microbes étrangers à l'atmosphère.

En résumé, les expériences faites jusqu'ici au sujet des microbes des hautes altitudes, ne nous paraissent pas concluantes, tant en raison des résultats discordants obtenus par les différents expérimentateurs, qu'en raison des procédés employés qui ne satisfont aucunement aux exigences de la micrographie moderne.

II

La méthode que j'ai employée d'après les conseils du Dr Miquel dans les expériences qui vont être rapportées, diffère en tout point des procédés mentionnés plus haut. Je ne puis mieux faire que de transcrire la description qu'en donne le Dr Miquel dans l'annuaire de Montsouris pour 1884 :

« *Préparation de l'expérience.* — Un tube de verre
« de calibre ordinaire, c'est-à-dire de 5 à 6 millimètres
« de diamètre intérieur, est effilé en pointe à l'une de

« ses extrémités; au voisinage de cette pointe, l'on « pousse un tampon de coton de verre destiné à filtrer « l'air, qu'on emprisonne entre l'extrémité libre et la « pointe capillaire par un léger étranglement; vers cet « étranglement on dirige une seconde bourre de coton « de verre destinée à préserver la première. Le tube « ainsi façonné et garni est maintenu pendant quelques « heures entre 200 et 300°, la pointe capillaire étant « scellée. Après refroidissement, l'extrémité ouverte, voi- « sine de la bourre *préservatrice*, est fermée par surcroît « de précaution avec un petit bouchon de liège, afin de « prévenir l'accès de trop de poussières sur cette « bourre.

« *Mise en marche de l'expérience.* — Le petit tube « de verre, long de 15 à 20 centimètres, est fixé à l'ex- « trémité d'un bâton planté dans le sol, la pointe du tube « placée contre le vent et regardant obliquement en « haut. On ajuste alors, à l'extrémité débarrassée du « petit bouchon, un tube de caoutchouc de 8 à 10 mè- « tres de longueur, se rendant à la tubulure d'une ma- « chine aspirante. L'on flambe à l'éolipyle la pointe ca- « pillaire du tube, qu'on brise ensuite avec une pince « d'acier fortement chauffée; cela fait, l'observateur « s'éloigne dans la direction du vent et fait manœuvrer « la machine aspirante. L'expérience terminée, on scelle « de nouveau la pointe effilée, et on remet le bouchon de « liège à l'extrémité ouverte, après avoir retiré le tuyau « de caoutchouc.

« *Numération des germes recueillis; fin de l'expé-* « *rience.* — Les bourres filtrantes chargées des poussières « de l'air aspiré sont introduites dans 30 à 40 centimè- « tres cubes d'eau stérilisée, puis broyées au moyen

« d'agitateurs fortement flambés. L'amiante et le coton « de verre se prêtent fort bien à cette manipulation ; le « coton ordinaire, même à demi carbonisé par de hautes « températures, s'y prête très mal, au contraire. En une « minute, les bourres de coton de verre sont émulsion- « nées dans l'eau ; alors, par un mouvement circulaire « imprimé au vase, on répand uniformément dans le li- « quide les poussières provenant de la bourre désagré- « gée. Enfin, on distribue en totalité, dans dix, trente, « quarante, et même dans un plus grand nombre de « conserves de bouillon de bœuf, l'eau de lavage des « bourres avec les parcelles de coton de verre aspirées « avec les pipettes servant à cet usage. Dans la crainte « de laisser échapper un germe, le vase maintenant vide « où s'est fait l'émulsion, est à demi rempli de bouillon « de bœuf, absolument vierge de microbes. Les conser- « ves ainsi ensemencées sont placées à l'étuve à une tem- « pérature variant de 30 à 35°. Dans les expériences « faites avec discernement, les trois quarts au moins des « conserves doivent rester inaltérées.

« Connaissant alors, d'un côté, le chiffre des bacté- « riens développés, d'un autre, le volume de l'air filtré « par la bourre, il devient aisé de calculer la richesse en « microbes de l'atmosphère sur laquelle on a opéré. J'in- « dique ici rapidement les temps de ces manœuvres dé- « licates, sans insister sur les précautions requises pour « éviter les erreurs dues aux impuretés de l'air ambiant « ou aux flambages malencontreux des tubes chargés des « poussières à analyser. »

Dans mes premières expériences j'avais fait usage pour produire l'aspiration, d'une pompe à bras aspirant un litre d'air à chaque coup de piston. Cette année, j'ai

remplacé ce procédé beaucoup trop fatigant par une petite pompe à vapeur portative que m'a construite la maison Wiesnegg, à Paris, sur les indications du docteur Miquel. Sous la pression de deux atmosphères, on peut, si rien ne fait obstacle à l'aspiration, aspirer facilement 2,500 à 3,000 litres en une heure. A travers les bourres, par contre, l'aspiration se fait plus lentement, suivant leur épaisseur. Une aspiration trop rapide ne serait, du reste, pas sans inconvénients, les germes risqueraient d'être entraînés au delà de la bourre. En moyenne, j'ai aspiré 150 litres par heure. On peut facilement se convaincre qu'en procédant ainsi les germes sont toujours retenus par la première bourre. La bourre protectrice, en effet, ensemencée dans du bouillon, reste stérile, à condition naturellement que l'on veille à ce qu'elle ne s'infecte pas par l'ouverture du tube communiquant avec le tuyau de caoutchouc. Pour mesurer la quantité d'air aspiré, je me suis servi d'un compteur sec fourni par MM. Siry, Lizars et Ce (succursale de Leipzig). En outre, j'ai quelque peu modifié la construction des tubes à bourres : en place d'une pointe effilée, qui oppose une trop grande résistance à l'entrée de l'air, j'ai muni l'extrémité du tube d'un petit capuchon de verre usé à l'émeri et fermant hermétiquement. Ce système de fermeture est plus commode que les pointes effilées qu'il faut briser d'abord, puis resceller à la lampe, opération souvent difficile à exécuter par un vent un peu violent. Enfin, dans la plupart des cas, j'ai réduit la quantité d'air filtré sur chaque bourre, suivant les circonstances, à 25, 50, 100 et 250 litres. On peut alors introduire la bourre entière dans le ballon de culture sans recourir à une dilution et à des manipulations toujours un peu périlleuses.

Plus récemment encore, j'ai employé le procédé suivant qui me semble devoir donner les meilleurs résultats. On étire en pointe effilée le tube entre la bourre filtrante et le capuchon, le plus loin possible naturellement de la bourre, pour ne pas risquer de la flamber malencontreusement. Ceci fait on plonge cette pointe dans un petit ballon de culture rempli de bouillon et l'on aspire doucement le bouillon jusqu'à ce qu'il recouvre entièrement la bourre; on retire alors le tube et l'on scelle à la lampe. Pour empêcher le bouillon de quitter le tube on applique simplement le bout de la langue sur l'embouchure du tube. Le tube rescellé est placé à l'étuve et devient ainsi lui-même un ballon de culture que la seconde bourre protectrice défend contre les germes de l'extérieur. Avec ce procédé on est certain que le germe qu'a peut-être retenu la bourre n'échappe pas à l'action vivifiante du bouillon; en même temps les chances d'infection fortuites sont pour ainsi dire nulles, car pendant que l'on aspire le bouillon les parois du tube s'appliquent contre l'ouverture du col du ballon et préservent le bouillon de la chute des poussières.

Les expériences que j'ai faites au moyen de la méthode que je viens d'exposer se répartissent sur deux années. Je les donne ici par ordre de date.

J'ajouterai encore que l'examen des cultures a été fait à l'aide d'un des excellents microscopes à immersion homogène que fournit M. Seibert, à Wetzlar.

Expériences de l'été 1883.

Le 12 juillet 1883 je filtrai près du passage de la Strahlegg qui relie le glacier inférieur de Grindelwald à

celui de l'Aar, 300 litres d'air à une altitude de 3,200^{m}. Passant l'été 1883 à Thoune où je n'avais pas de laboratoire à ma disposition, j'avais prié le Dr Miquel de bien vouloir se charger de l'ensemencement des bourres que j'aurais recueillies dans cette première campagne. Il se rendit à mon désir avec la plus extrême obligeance, et 8 jours après, cette bourre fut distribuée par lui dans douze conserves de bouillon de bœuf stérilisé. Rien ne prit vie dans ce bouillon qui resta d'une limpidité parfaite.

Le 5 août 500 litres furent filtrés sur une bourre, au pied de l'Eiger, un peu au-dessus de la petite Scheidegg, à 2,100^{m}. Le lendemain je fis passer à travers une seconde bourre 400 litres au sommet de l'Eiger à 3,976^{m} au-dessus du niveau de la mer.

Ces deux bourres, ensemencées le 14 août dans du bouillon de bœuf, se sont montrées dépourvues de tout germe d'organisme vivant.

Le 25 août enfin, je rapportai du Schilthorn (2,972^{m}) une bourre qui avait reçu 1,500 litres d'air. Cette bourre fut répartie le 3 septembre dans des conserves de bouillon de bœuf qui n'ont pas cessé de présenter la limpidité la plus parfaite.

Quelques expériences de contrôle furent faites à Thoune même ; elles accusèrent toutes un certain nombre de bactériens et de moïsissures.

Ainsi donc nous ne trouvons, en 1883, dans 2,700 litres d'air puisés à des hauteurs variant de 2,000^{m} à 4,000^{m} ni une bactérie, ni une moisissure capable d'éclore dans le bouillon de bœuf neutralisé, liquide des plus favorables au développement des microbes de l'air.

Expériences de l'été 1884.

En présence des résultats négatifs obtenus en 1883, je crus, cette année, ne pas devoir me borner à expérimenter dans la région des neiges éternelles, mais choisir aussi quelque point moins élevé et surtout plus accessible aux germes de l'air. Je fis donc, cet été, mes expériences en partie au col du Théodule près de Zermatt, (3322^{m}) et sur le glacier d'Aletsch, et en partie au sommet du Niesen, montagne de 2,366 mètres, située au bord du lac de Thoune et entourée de nombreux villages. La végétation ne s'y arrête qu'à quelques pas du sommet; encore trouve-t-on sur celui-ci quelques brins d'herbe et de la terre entre les pierres qui le recouvrent.

Sur le glacier d'Aletsch j'aspirai, du 15 au 17 juillet, à une altitude d'environ 2,900^{m}, à proximité de la cabane de la Concordia, refuge construit par le Club alpin suisse, 2,000 litres d'air sur six bourres (1 de 800 litres, 1 de 500, 2 de 250, 1 de 150 et 1 de 50). J'envoyai deux de ces bourres, celles de 800 et de 500 litres, au docteur Miquel, qui avait bien voulu suivre mes recherches avec le plus bienveillant intérêt; elles furent, par ses soins, diluées et réparties dans douze conserves de bouillon chacune. Toutes les autres bourres furent ensemencées dans mon laboratoire à Berne, le 21 juillet, dans du bouillon identique à celui qui est employé à l'observatoire de Montsouris.

La bourre de 500 litres n'a donné naissance à aucun organisme. Celle de 800 litres a fourni un maigre *bacillus subtilis*. Une des bourres de 250 litres laissa le bouillon absolument limpide; la seconde de 250 litres donna, mais

après plus de quinze jours seulement, naissance à un organisme de la famille des torulacées. La bourre de 150 litres contenait une moisissure, et celle de 50 litres, enfin, fit éclore un micrococcus. J'avouerai toutefois que ce dernier ne me paraît pas tout à fait authentique ; son développement excessivement rapide — le matin du troisième jour après l'ensemencement le bouillon en était déjà infesté — et sa parfaite ressemblance avec un micrococcus fort commun à Berne, pourrait faire supposer qu'il y a eu là une infection fortuite, chose toujours possible. Néanmoins, je ne pense pas devoir le supprimer.

Cette expérience nous donnerait pour 2,000 litres d'air puisés à environ 3,000 mètres, deux bactériens (un bacille et un micrococcus), plus une moisissure et une torulacée. Ces dernières n'appartenant pas aux microbes ou bactériens proprements dits qui font l'objet plus spécial de cette étude, il nous resterait deux bactériens pour 2,000 litres, soit un par mètre cube.

La seconde série d'expériences au-dessus de la limite des neiges éternelles, fut effectuée un peu au-dessus du col du Théodule, à environ 3,340 mètres d'altitude.

Les 6 et 7 septembre je filtrai là 3,000 litres d'air sur 10 bourres (2 de 500, 1 de 300, 6 de 250 et 1 de 200 litres), que j'ensemençai à Berne le 14 du même mois dans du bouillon de bœuf. Une des bourres de 500 litres fut diluée et répartie dans 6 conserves, les autres bourres furent ensemencées entières. Le 16, une des conserves ensemencées avec une partie de cette bourre de 500 litres contenait un *bactérium termo* et le 20 je découvris une moisissure dans une autre conserve qui avait reçu une bourre de 250 litres. Tous les autres ballons, par contre, sont restés de la plus absolue limpidité jusqu'à aujourd'hui.

Les trois mètres cubes puisés au Théodule n'ont donc fourni qu'un seul bactérien.

Ces chiffres témoignent assez de l'extrême pauvreté de l'air de ces régions. Dans l'air de Berne, par exemple, j'en recueille, en employant le procédé si ingénieux et si exact des tubes à boule (il n'est malheureusement guère possible de les transporter dans des endroits où les glissades involontaires et les heurts sont fréquents) que le docteur Miquel a introduit à l'observatoire de Montsouris, des centaines et même des milliers par mètre cube. J'ajouterai que tout concourait à augmenter la richesse de l'air en germes. Tandis que l'été dernier des pluies continuelles venaient nettoyer l'atmosphère, nous avions eu cette année-ci une suite de beaux jours, qui, pourtant, n'avaient pas eu le temps de dégénérer en une sécheresse mortelle, comme on le sait, pour les germes, quand elle se prolonge. En outre, pendant toute la durée des expériences, tant sur le glacier d'Aletsch qu'au Théodule, le vent fut faible, circonstance éminemment favorable à la dispersion des germes dans l'air, ainsi que l'a remarqué le premier le docteur Maddox, qui a constamment trouvé les chiffres les plus élevés de spores de moisissures par une brise légère (gentle breeze).

Les expériences du Niesen eurent lieu aux dates des 25-26 juillet et 31 juillet-1er août.

Les 25 et 26 juillet, la pluie, la neige et un brouillard intense vinrent compliquer mes travaux ; dans ces conditions, en effet, les bourres se mouillent, et l'aspiration ne se fait plus qu'avec une extrême lenteur; aussi ne me fut-il pas possible d'aspirer plus de 600 litres répartis sur huit bourres (2 de 25 litres, 4 de 50, 1 de 150 et 1 de 200), qui furent ensemencées à Berne, le 27 juillet.

Le 29 juillet, les ballons contenant les bourres de 150 et de 200 litres étaient infestés par un bacille long et grêle, ne formant pas de voile à la surface du bouillon et que je n'ai encore jamais rencontré dans l'air de Berne. Le 30 juillet une bourre de 50 litres avait fourni le même bacille. Une bourre de 25 litres donna une autre espèce de bacille, gros et court, ne formant pas non plus de voile à la surface. Le 1er août, une moisissure apparut dans un ballon ensemencé avec une bourre de 50 litres. Au commencement de septembre enfin, une dernière conserve s'altéra — après environ six semaines d'incubation — donnant naissance à une moisissure. Les deux autres bourres de 50 et 25 litres sont restées stériles.

Ces 600 litres ont donné ainsi un minimum de 4 microbes (sans compter les moisissures), soit entre 6 et 7 par mètre cube ; je dis un minimum, car vu le petit nombre de conserves restées limpides, il est probable que les bourres qui se sont montrées fécondes contenaient plus d'un germe. Il n'y a, toutefois, dans ce chiffre relativement élevé rien qui doive nous étonner; l'eau de pluie et la neige sont, nous le savons, toujours riches en germes.

Les 31 juillet et 1er août, j'aspirai 1,725 litres sur quinze bourres (de 25 à 250 litres chaque), que j'ensemençai le 2 août.

Une bourre de 250 litres, répartie dans cinq ballons de culture donna, mais après plus de quinze jours seulement, un micrococcus formant un dépôt rougeâtre. Une bourre de 50 litres et une autre de 200 donnèrent le bacille long et grêle mentionné plus haut. Un dernier ballon enfin, ensemencé par 100 litres d'air, donna un bacille de grosseur moyenne, ne formant pas non plus de voile à la surface du liquide. Les onze autres bourres, par

contre (1 de 25 litres, 3 de 50, 5 de 100, 1 de 200 et 1 de 250) sont restées absolument stériles.

Ici nous avons 4 bactériens pour 1,725 litres; en y ajoutant le résultat des expériences des 25 et 26 juillet, nous arriverions à trouver dans l'air du Niesen entre 3 et 4 bactériens par mètre cube.

La plus grande richesse de l'air du Niesen en microbes s'explique facilement par la situation de cette montagne, ainsi que je l'ai dit plus haut; c'était, en outre, le moment où l'on coupait les foins, ce qui pourrait facilement expliquer la moins grande pureté de l'air. On pourrait ajouter aussi que dans les expériences de cette année les ensemencements ont pu être pratiqués sans délai, en sorte qu'il serait difficile qu'un germe eût eu le temps de périr avant d'avoir été déposé dans le bouillon; mais ce point est peu important, eu égard à la ténacité avec laquelle les germes, les spores spécialement, conservent, souvent pendant plusieurs années, la faculté de se reproduire. On aura remarqué que la plupart des bouillons altérés par l'air du Niesen ont fait éclore un même et identique bacille. Frappé de la fréquence avec laquelle je retrouvai ce bacille, tandis que dans la plaine, ainsi qu'il résulte des recherches du docteur Miquel à Montsouris, les bacilles ne se trouvent dans l'air que dans une proportion très faible (en 1881 : 14 bacilles pour 79 micrococcus et 7 bactériums), résultat que je vois se confirmer constamment dans les observations que je fais à Berne, je cherchai à en trouver la source. Or je retrouvai ce bacille avec régularité dans la terre du Niesen; il suffit pour le voir apparaître, avec d'autres bactériens, naturellement, d'ensemencer un ballon de culture avec cette terre. Il n'est peut-être pas téméraire de conclure de là que la cause principale

de la pureté de l'air des montagnes réside non seulement dans l'altitude, mais aussi dans la disparition progressive des foyers producteurs de bactéries. Les expériences de l'été de 1883 furent presque toutes faites dans des endroits forts éloignés de tout foyer producteur de bactériens (Eiger, Schilthorn, Strahlegg), et c'est, sans nul doute, à cette particularité qu'il faut attribuer en grande partie les résultats négatifs obtenus alors.

Les autres bactériens que j'ai trouvés dans l'air des montagnes, *bacillus subtilis, bactérium termo* et micrococcus, sont des microbes communs, très fréquents dans l'air ordinaire. Au point de vue morphologique je n'ai pu constater aucune différence. Je ne saurais donc me rallier à l'opinion du professeur Giacosa[1], qui croit avoir remarqué des formes plus ténues et plus minces chez les schizophytes des montagnes.

A titre d'expériences de contrôle, j'opérai encore quelques prises d'air en divers endroits moins élevés et plus habités.

Ainsi, au retour du glacier d'Aletsch, 110 litres furent filtrés sur quatre bourres, à proximité de l'hôtel Eggishorn, à 2,193^{m} au-dessus du niveau de la mer. Une de ces bourres donna un pénicilium, et une autre fit éclore trois bacilles différents dont un *bacillus ulna*. A cette altitude, l'air contiendrait donc, près d'un endroit habité, au moins une trentaine de germes de bactériens par mètre cube.

A Zermatt même (1,620^{m}), 100 litres répartis sur une bourre de 25 litres et une de 75 litres qui fut distribuée dans cinq conserves, donnèrent un *bacillus subtilis* et un mycelium.

[1] Giacosa, l. c., p. 7.

Dans une chambre du petit hôtel qui se trouve tout près du sommet du Niesen je trouvai un bacille dans 7 litres d'air.

Les chiffres obtenus à Zermatt et à l'Eggishorn m'ayant paru un peu faibles, je fis les 25 et 27 septembre une expérience analogue au sommet du Gurten, colline qui se trouve tout près de Berne et dont le niveau dépasse celui de cette ville de 323 mètres. La proximité de cette colline et son accès facile me permirent de faire ces expériences au moyen de tubes à boule contenant du bouillon de bœuf stérilisé. Cet appareil, le plus sensible que nous possédions pour l'analyse de l'air et qui est employé depuis plusieurs années à l'observatoire de Montsouris est bien connu de tous les micrographes. On trouvera d'ailleurs la description exacte du procédé dans l'ouvrage précité du Dr Miquel (p. 138). Je rappellerai seulement qu'il consiste à faire barboter de l'air dans du bouillon stérilisé; le bouillon sert ici de filtre et accuse la présence de bactériens dans l'air qui l'a traversé, en se troublant. Trente litres d'air aspirés ainsi à travers 6 tubes à boule n'en altérèrent qu'un seul, dans lequel se forma une moisissure. Cette expérience n'ayant pas fourni de bactériens, elle est insuffisante pour établir une statistique, même approximative, des germes contenus dans l'air du Gurten aux dates indiquées. La seule conclusion que l'on puisse en déduire, est que les 30 litres puisés ce jour-là, ne renfermaient aucun germe de bactérien capable de rajeunir dans le bouillon de bœuf. Disons encore qu'un dosage effectué à Berne même, dénotait, le 25 septembre, 444 microbes par mètre cube, et 250 le 27 septembre. L'influence de l'altitude, même peu considérable, et de l'absence de foyers producteurs de

bactéries sur la pureté de l'air ressort avec évidence de cette dernière expérience, et les chiffres obtenus à Zermatt et sur l'Eggishorn n'ont donc rien d'anormal.

Je n'ai plus, avant de terminer, qu'à noter les résultats de quelques expériences secondaires faites aux mêmes occasions.

Sur le Niesen, j'exposai sept ballons de culture ouverts pendant 12 heures à l'air. Pendant la dernière partie de l'expérience la pluie tomba assez abondamment. Deux de ces ballons seulement s'altérèrent et fournirent chacun un mycelium blanc de la famille des aspergillées dû, sans nul doute, à l'eau de pluie, toujours si riche en moisissures. Les cinq autres ballons sont encore, à l'heure qu'il est, de la plus absolue limpidité; c'est dire combien il est peu facile de récolter des bactériens innombrables par cette méthode, ainsi que quelques auteurs ont cru pouvoir l'affirmer, à condition toutefois que l'on opère avec des liquides sûrement stériles. Cinq ballons, ensemencés chacun avec environ un centimètre cube de neige fraîche, furent tous infestés par le même mycelium.

La richesse de la neige en moisissures a d'ailleurs déjà été mise en évidence par M. Yung dans ses remarquables recherches sur la neige et les poussières[1].

Enfin, de la terre et des lichens recueillis sur le glacier d'Aletsch et ensemencés dans du bouillon y firent naître de nombreux bactériens.

J'avais, en outre, eu l'intention d'user comparativement d'un procédé analogue à celui du professeur Giacosa, en exposant à la chute des poussières atmosphériques une grande plaque de gélatine peptonisée. Pour cela, j'avais

[1] Jung, *l. c.*, page 582.

introduit de la gélatine dans une boîte de métal, de 20 centimètres de longueur sur 7 de largeur, et munie d'un couvercle en verre, ce qui aurait permis d'étudier plus tard, sans rouvrir la boîte, le développement des germes qui auraient pu tomber sur la gélatine. Pour stériliser la gélatine je la fis bouillir à plusieurs reprises dans la boîte même; cette dernière avait, avant l'introduction de la gélatine, été stérilisée à 300 degrés. Mais avant de partir pour Zermatt, je constatai à mon grand regret l'apparition de moisissures. Je fis recuire la gélatine et l'exposai, à tout hasard, pendant 15 heures, à l'air du glacier du Théodule. Au bout de ce temps je trouvai sur la gélatine un grand nombre de débris de feuilles mortes, visibles à l'œil nu et dont plusieurs mesuraient jusqu'à quelques millimètres de longueur. Ces débris, toutefois, paraissent n'avoir renfermé aucun germe de microbes, car ils furent incapables de féconder la gélatine. Les moisissures, par contre, envahirent de nouveau la plaque et, secouées en voyage, envoyèrent leurs fructifications dans toutes les directions. Sont-elles venues de l'air, ou sont-ce simplement les descendants des spores que la dernière ébullition de la gélatine n'avait pas tuées. Vu la stérilisation plus qu'incertaine de ma plaque, cette dernière hypothèse me paraît la plus probable. Cette expérience nous indique néanmoins un moyen précieux, que je compte employer plus tard, pour recueillir les détritus grossiers de l'air, que les aéroscopes ordinaires en entonnoir ne laissent probablement pas passer à cause de la petitesse de leur orifice.

Dans les recherches qui précèdent, j'ai cherché spécialement à déterminer la richesse de l'air des montagnes en bactériens qui, en raison des relations qui existent entre un certain nombre de leurs congénères et les maladies infec-

tieuses, excitent notre intérêt bien plus vivement que les vulgaires moisissures. C'est pourquoi aussi les bourres filtrantes ont été ensemencées dans du bouillon de bœuf exactement neutralisé qui convient surtout aux microbes, tandis que les moisissures recherchent avec avidité les milieux acides. Elles s'accommodent cependant assez bien, comme nous l'avons vu, du bouillon neutre, puisqu'un certain nombre de conserves en ont été infestées, mais ce milieu ne leur est pourtant pas assez favorable pour que j'ose essayer de calculer leur chiffre par mètre cube dans l'air des Alpes d'après le nombre de celles qui ont fait irruption dans mes conserves. Pour dénombrer les moisissures il est d'ailleurs préférable de recourir aux aéroscopes. L'air est projeté sur une lamelle de verre enduite de glycérine et y dépose, avec ses poussières, les spores de moisissures, que l'on peut reconnaître et compter dans le champ du microscope. Le procédé, par contre, n'est pas applicable aux bactériens dont les germes sont trop ténus pour être distingués des autres corpuscules en suspension dans l'air. Pour ceux-ci il n'y a que la culture qui permette de se prononcer sur leur nature.

Pour ne pas négliger pourtant tout à fait les myceliums, j'avais pris avec moi un aéroscope fonctionnant automatiquement sous l'action du vent. Malheureusement, le support de l'instrument se perdit pendant le trajet de Zermatt au Théodule et je dus renoncer à m'en servir à cette occasion.

Maintenant, que déduire des résultats qui viennent d'être relatés.

Je n'ai évidemment pas la prétention d'établir une statistique complète des microbes des hautes régions atmosphériques. Il faudra, pour cela, des expériences bien

plus nombreuses encore et poursuivies pendant bien des jours de suite aux mêmes endroits. Il est cependant permis d'en tirer la conclusion que la pureté de l'air des montagnes est de beaucoup supérieure à ce que les travaux antérieurs pouvaient faire supposer. Elle ne paraît dépassée que par celle de l'air marin qui, d'après des recherches récentes effectuées avec le plus grand talent par M. le commandant Moreau[1], ne renfermerait, en moyenne que 5 à 6 bactériens par dix mètres cubes. Cet affaiblissement du nombre des microbes dans les hautes régions atmosphériques me paraît tenir :

1° A la disparition progressive des foyers producteurs des bactéries; à la zone des neiges éternelles, la disparition de ces foyers est absolue.

2° A la moindre densité de l'atmosphère, qui devient de plus en plus impropre à soutenir longtemps en suspension les corpuscules qu'elle renferme; en même temps les poussières sont plus diluées par le fait même de cette moindre densité, l'espace occupé par un volume donné d'air de la plaine augmentant avec l'altitude.

En terminant, il ne me reste plus qu'à adresser ici mes plus chaleureux remerciements au docteur Miquel pour les précieux conseils qu'il a bien voulu me donner dans le cours de mes recherches et pour l'amabilité avec laquelle il m'a permis de m'initier dans son laboratoire aux manipulations délicates qui ont pour objet la culture des bactéries.

[1] Voir à ce sujet la communication du D[r] Miquel dans la *Semaine médicale* du 6 mars 1884.

DES MOUVEMENTS PÉRIODIQUES DU SOL
ACCUSÉS PAR DES NIVEAUX A BULLE D'AIR

(Sixième année)

PAR

M. Ph. PLANTAMOUR

Arrivé au terme de l'année d'observations de mes niveaux le 30 septembre, je vais brièvement exposer la marche qu'ils ont suivie du 1er octobre 1883 au 30 septembre 1884. On trouvera plus loin, comme les années précédentes[1], les tableaux exacts en secondes d'arc des variations de l'inclinaison du sol dans les deux directions Est-Ouest et Sud-Nord que les diagrammes de la planche I représentent d'une manière aussi approximative que possible.

Depuis le 1er octobre 1883 le côté Est s'est abaissé graduellement jusque vers la fin de décembre d'environ 15 secondes et s'est maintenu dans cette position avec des alternatives de hausse et de baisse jusque vers le mi-

[1] Voyez pour les années antérieures *Archives des sciences physiques et naturelles*, t. II, p. 641, décembre 1879; t. V, p. 97, février 1881; t. VII, p. 601, décembre 1881; t. VIII, p. 551, décembre 1882; t. X, p. 616, décembre 1883.

lieu du mois de mai. Le maximum d'abaissement a été atteint les 24, 27 et 29 avril, savoir — 117″,12 comptées à partir du 1er octobre 1878 ou 21″,59 à partir du 1er octobre 1883. Le relèvement dans le courant de l'été jusqu'au 21-22 septembre, date du maximum d'élévation — 97″,73, n'a été que de 19″,39. Si, pour faciliter la comparaison, on rapproche pour les six années d'observations les abaissements de l'hiver des relèvements de l'été :

	EST	
Année	abaissement	relèvement
1878-79	17″,61	28″,08
1879-80	95,80	21,48
1880-81	36,41	21,48
1881-82	18,42	21,43
1882-83	22,45	19,76
1883-84	21,59	19,39

on voit que quatre années sur six l'Est s'est moins élevé en été qu'il ne s'était abaissé l'hiver précédent, et en outre que le relèvement diminue d'année en année. Cet abaissement graduel de l'Est est aussi mis en évidence par la comparaison de l'inclinaison du sol le 1er octobre de chaque année à partir du commencement de ces observations le 1er octobre 1878 :

		Inclinaison
1er octobre	1878	0
»	1879	+ 4″,25
»	1880	—76″,25
»	1881	—93″,65
»	1882	—89″,84
»	1883	—95″,53
»	1884	—99″,24

Variations d'inclinaison du côté **Est** évaluées en secondes d'arc.

Octobre 1883 à Septembre 1884.

Date.	Octobre.	Novembre.	Décembre.	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Septembre.
1	−95″,53	− 99″,29	−108″,15	−112″,56	−113″,09	−113″,36	−115″,24	−116″,80	−110″,51	−107″,94	−102″,57	− 99″,88
2	95,96	99,72	108,58	113,20	112,77	113,74	115,19	116,80	110,51	107,72	101,92	99,51
3	96,02	99,99	108,85	112,82	112,66	114,00	115,08	116,15	110,35	107,18	101,60	99,40
4	96,28	99,94	108,96	112,93	112,72	114,17	115,03	115,94	110,62	106,59	100,90	99,77
5	96,28	99,83	109,12	112,50	113,20	114,05	114,97	115,78	110,89	106,22	100,85	100,53
6	97,04	100,10	109,92	112,02	113,31	113,84	114,76	115,72	110,89	106,11	100,20	100,74
7	97,14	99,99	111,00	111,59	113,90	113,90	114,60	115,46	111,27	105,84	100,15	100,96
8	97,41	100,04	111,53	111,43	114,43	113,95	114,92	115,24	111,27	105,31	100,10	100,79
9	97,52	100,15	112,39	111,86	114,54	114,17	114,97	114,81	111,05	104,45	99,99	101,01
10	97,73	100,31	113,15	112,34	114,06	114,60	115,19	114,60	110,84	103,86	99,67	100,69
11	97,79	100,47	113,63	112,88	113,68	114,38	115,94	114,00	110,51	102,97	99,13	100,37
12	98,16	100,17	113,25	112,82	112,88	113,95	116,31	113,25	110,03	102,41	99,30	100,37
13	97,95	101,22	112,66	113,47	112,50	113,74	116,58	113,36	109,60	100,63	98,92	100,42
14	98,16	101,92	112,39	113,63	112,29	113,41	116,42	113,52	109,12	100,96	98,65	99,67
15	98,22	102,46	111,59	113,74	112,45	113,20	116,21	113,58	109,17	100,84	98,75	99,30
16	98,27	103,48	110,89	113,20	112,88	113,25	116,21	113,74	109,23	100,69	98,65	99,18
17	98,16	104,17	111,27	112,88	112,93	113,52	115,87	113,20	109,92	100,74	98,65	98,75
18	97,47	104,55	112,18	112,77	113,09	113,25	115,45	112,77	110,68	100,47	99,02	98,43
19	98,11	104,98	113,15	113,09	112,98	113,09	115,51	112,61	111,11	101,60	98,75	98,43
20	98,38	104,98	113,52	112,98	113,47	113,31	115,67	112,50	111,53	102,73	99,08	98,22
21	98,27	105,36	113,79	113,20	113,47	113,84	116,04	111,96	111,37	102,62	99,40	97,73
22	98,49	106,22	114,54	113,95	113,41	114,22	116,53	111,64	111,43	102,35	99,02	97,73
23	98,65	106,70	114,49	114,00	113,15	115,03	117,07	111,21	111,48	102,35	99,02	98,81
24	98,81	107,40	114,65	114,00	113,05	115,46	117,12	110,35	111,21	102,73	99,70	99,08
25	98,81	108,37	114,27	114,43	113,09	115,78	117,07	110,03	110,51	102,67	98,81	99,18
26	98,81	108,37	114,33	115,08	113,20	115,89	116,96	109,92	109,87	103,21	98,86	99,18
27	98,92	107,18	113,25	115,35	112,93	116,15	117,12	109,87	108,96	103,53	99,72	99,08
28	98,92	107,56	113,04	114,92	113,25	116,26	117,07	110,68	108,10	103,53	100,20	99,34
29	98,97	107,83	113,04	114,33	113,36	115,99	117,12	110,62	107,56	102,97	100,63	99,40
30	99,08	108,31	113,52	113,63	......	115,94	117,07	111,07	107,72	102,83	100,42	99,40
31	99,13	......	112,88	113,25	......	115,88	......	111,00	......	102,73	100,42	.....

Variations d'inclinaison du côté **Sud** évaluées en secondes d'arc.
Octobre 1883 à Septembre 1884.

Date.	Octobre.	Novembre.	Décembre.	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Septembre.
1	+0″,79	−0″,50	−1″,87	−3″,86	−3″,86	−2″,61	−1″,95	−1″,58	+1″,54	+0″,12	+1″,62	+2″,02
2	0,75	0,62	1,83	4,03	3,57	2,66	1,95	1,29	0,50	0,12	1,66	1,54
3	0,66	0,71	2,16	4,15	3,61	2,66	1,62	1,12	0,42	0	1,66	1,49
4	1,08	0,83	1,78	4,11	3,53	2,82	1,49	1,12	0,46	−0,17	1,49	1,62
5	1,29	0,83	1,99	4,11	3,32	2,99	1,20	0,62	0,46	0,08	1,33	2,37
6	1,20	0,66	2,03	4,07	3,44	2,99	1,25	0,04	0,50	0,17	1,45	2,37
7	0,91	0,87	1,95	4,03	3,36	2,99	1,29	0,08	0,62	+0,08	1,37	2,07
8	0,58	0,91	2,28	3,78	3,86	2,99	1,25	0,21	0,71	0,25	1,41	1,91
9	0,29	0,87	2,82	3,65	4,07	2,99	1,08	0,33	0,71	1,17	1,70	1,87
10	0,21	0,62	3,15	3,53	4,11	3,11	1,08	0,29	0,71	0,12	1,70	1,83
11	0,04	0,62	3,78	3,57	4,15	3,28	1,12	0,50	0,54	0,12	1,58	1,78
12	−0,17	0,79	3,44	3,74	4,03	3,53	1,16	0,21	0,12	−0,04	1,78	1,45
13	0,21	0,79	3,32	3,90	3,65	3,44	1,04	0,04	−0,46	0	1,66	1,33
14	0,33	0,54	3,24	3,94	3,61	3,03	1,25	+0,04	0,58	0,21	1,78	1,29
15	0,33	0,66	3,24	3,94	3,28	2,57	1,12	0,71	0,42	0,12	1,74	1,12
16	0,33	0,62	3,28	3,98	2,86	2,16	1,04	1,04	0,33	0,04	1,78	0,91
17	0,46	0,79	3,07	4,03	2,90	2,03	1,00	1,29	+0,04	0	1,78	0,75
18	0,54	0,95	3,20	4,03	3,11	1,95	0,75	0,91	0,08	+0,33	1,78	0,71
19	0,33	1,12	3,28	3,98	3,15	1,74	0	0,95	−0,12	0,66	1,74	0,79
20	0,29	1,20	3,61	3,94	3,20	1,45	−0,25	1,12	0,37	1,54	1,74	0,62
21	0,29	1,37	3,69	3,90	3,24	1,58	0,21	1,70	0,46	1,66	1,74	0,62
22	+0,08	1,37	3,78	3,86	3,53	1,58	0,71	1,58	0,54	1,66	1,66	0,54
23	0,17	1,41	4,03	3,82	3,57	1,78	1,25	1,54	0,46	1,74	1,66	0,71
24	0,17	1,37	4,27	4,03	3,32	1,74	1,41	1,00	0,04	1,62	1,66	0,79
25	0,04	1,49	4,40	4,07	2,99	1,78	1,45	0,91	+0,08	1,58	1,70	0,91
26	0	1,62	4,44	4,15	2,53	1,99	1,54	1,04	0,16	1,87	1,62	0,71
27	−0,04	1,62	4,27	4,52	2,57	1,99	1,66	1,78	−0,12	2,37	1,72	0,66
28	0,21	1,70	4,23	4,36	2,53	2,03	1,58	2,07	0,46	2,74	2,16	0,87
29	0,37	1,87	4,27	4,27	2,53	1,70	1,54	2,20	0,37	2,61	2,24	0,87
30	0.50	1,95	4,19	4,19	....	2,12	1,58	2,28	0,29	2,53	2,37	0,91
31	0,25	....	3,86	4,07	....	1,99	....	2,49	....	1,78	2,37	....

ou bien encore en mettant en regard l'inclinaison moyenne de chacune de ces six années.

	Inclinaison moyenne
1878-79	— 7",04
1879-80	— 68",17
1880-81	— 96",14
1881-82	—101",90
1882-83	—101",44
1883-84	—107",19

Quand on examine la planche qui accompagne le mémoire[1] de M. le prof. Hirsch sur les mouvements du sol à l'Observatoire de Neuchâtel, qui comprend 23 années d'observations dès 1860, on distingue au premier abord trois périodes, chacune d'environ sept années, pendant lesquelles le côté Ouest s'est alternativement abaissé puis relevé, mais en définitive il s'abaisse plus qu'il ne se relève. L'abaissement occidental pour ces 23 années a été en moyenne de 1",59 par an. A Sécheron où c'est l'Est qui s'abaisse, l'abaissement a été pour ces six ans de 13",44 par an; mais si on laisse de côté l'année 1879-1880 dont l'hiver exceptionnellement froid a amené une chute tout à fait extraordinaire de l'Est, l'abaissement moyen pendant les cinq autres années n'est que de 1",86 par an et se rapproche assez de celui de l'Ouest à Neuchâtel. La suite de ces observations nous montrera si l'analogie du mouvement se maintient dans les deux stations et en particulier si des périodes de sept années se présenteront aussi à Sécheron.

[1] *Bulletin de la Société des sciences naturelles de Neuchâtel*, t. XIII, 1883.

Le maximum d'abaissement de l'Est cette année a eu lieu, comme il a été dit, les 24, 27, 29 avril 1884, c'est-à-dire 135 à 140 jours après le minimum de la température le 9 décembre 1883. Ainsi l'Est s'est maintenu bas et a continué à baisser, surtout depuis la seconde quinzaine de mars, bien que la température se soit élevée, très lentement à la vérité, puisque le 22 avril le thermomètre indiquait un minimum de —4° et qu'il gelait encore les deux nuits suivantes. L'Est s'est ensuite relevé assez rapidement dès le commencement de mai jusqu'à l'époque du maximum de la température moyenne le 14 juillet, mais il n'a pas atteint alors le point culminant : après une petite baisse provoquée par un refroidissement de la température pendant la seconde moitié de ce mois il a recommencé à monter et, bien que la température soit restée inférieure à celle de la première quinzaine de juillet, mais en moyenne relativement élevée, il a atteint le maximum d'élévation le 21 et le 22 septembre, 70 jours après le maximum de la température.

Les oscillations du sol de l'Est à l'Ouest en 1884, que je viens de passer en revue, confirment la remarque faite l'année dernière que c'est plutôt la continuité d'une certaine température moyenne eu égard à la saison qui influe sur l'époque du plus grand abaissement et de la plus grande élévation de l'Est que la date du minimum et du maximum absolus de la température, tout en admettant qu'il y a généralement un certain retard dans l'effet de la température sur les mouvements du sol ; j'ai dit « généralement, » car en 1881 le maximum d'élévation de l'Est a précédé de quatre jours le maximum de la température moyenne.

Dans le sens du méridien les oscillations ont été comme

d'habitude beaucoup moins prononcées : l'amplitude de l'année a été de 7″,26, au lieu de 6″,56 l'année dernière et presque égale à celle de 1882, qui était de 7″,71. Le maximum d'abaissement du côté Sud a été de —4″,52 le 27 janvier, 44 jours après le minimum de la température extérieure et le maximum d'élévation +2″,74 le 28 juillet, 14 jours après le maximum de la température moyenne de l'air.

Tandis que le côté Sud, comme le côté Est, s'abaisse progressivement en hiver et se relève peu à peu en été, on constate, comme les années précédentes, de la manière la plus évidente sur les courbes qui représentent les oscillations du côté Sud, qu'un abaissement ou une élévation momentanés de la température déterminent une hausse ou une baisse du Sud, anomalie que ne présente absolument pas le côté Est, dont les variations d'inclinaison sont, si on peut s'exprimer ainsi, toujours parallèles aux variations de la température extérieure.

CARTE DU PHÉNOMÈNE ERRATIQUE

ET DES

ANCIENS GLACIERS DU VERSANT NORD DES ALPES SUISSES ET DE LA CHAINE DU MONT-BLANC

PAR

M. Alphonse FAVRE [1]

Cette carte en quatre feuilles au 1 : 250,000 est une réduction de la carte dressée au 1 : 100,000 par le Général Dufour. Elle a été mise en couleurs sur un report sur pierre habilement fait [2]. L'échelle est petite, j'aurais voulu pouvoir y mettre de plus nombreux détails ; j'ai craint que la clarté en souffrît.

En 1867, je publiai avec MM. B. Studer et Louis Soret un *Appel aux Suisses* dans le double but de recommander la conservation des blocs erratiques remarquables et de demander, à quiconque pouvait en fournir, des documents pour exécuter une carte de l'ensemble du phénomène glaciaire. Cet appel fut entendu : plusieurs particuliers, des communes, des sociétés savantes, des gouvernements, réussirent à conserver bon nombre de blocs. Beaucoup

[1] Publiée par la Commission géologique de la Société helvétique des Sciences naturelles, aux frais de la Confédération Suisse, 1884.

[2] Exécuté par MM. Wurster, Randegger et Cie, de Winterthur.

de géologues ont bien voulu me communiquer des observations qui m'ont été d'une haute utilité. Je suis heureux de leur exprimer ici ma reconnaissance et j'espère pouvoir bientôt faire connaître, dans le travail que je prépare, les notes qu'ils m'ont remises. Enfin cet *Appel* a été l'origine de la *Monographie géologique des anciens glaciers et du terrain erratique de la partie moyenne du bassin du Rhône,* par MM. Falsan et Chantre. Ce bel ouvrage est accompagné d'une carte très remarquable, dont l'échelle au 1 : 80,000 a permis aux auteurs de suivre une méthode que je n'ai pas pu adopter.

Sur ma carte, chacun des sept bassins glaciaires est représenté par une couleur spéciale. Ces bassins sont ceux du Rhin, de la Linth, de la Reuss, de l'Aar, du Rhône, de l'Arve et de l'Isère. La branche de ce dernier glacier qui figure sur la carte est peu étendue et a été peu étudiée.

Chaque couleur présente deux teintes, l'une claire pour le névé, l'autre foncée pour le glacier proprement dit. Le névé chemine fort lentement, tandis que le glacier supportant une pression plus forte s'avance avec plus de rapidité. Les glaciers actuels ont été coloriés en teinte claire dans le seul but de ne pas charger la carte de trop de couleurs; il est évident que les glaciers actuels faisaient partie des glaciers anciens. Enfin, je n'ai représenté les névés et les glaciers du Jura que par une couleur unie, car je ne m'en suis pas occupé.

Pour pouvoir dresser une carte comme celle que je publie aujourd'hui, il fallait tout d'abord chercher à déterminer la plus grande hauteur atteinte par les anciens glaciers. Dans la vallée principale, la tâche est relativement facile; les blocs déposés à une grande élévation sur les flancs de la vallée permettent de fixer une limite. Au

contraire, dans la plupart des vallées secondaires, il ne se trouve presque pas de blocs qu'on puisse, avec certitude, qualifier d'erratiques ; donc, pour se rendre compte du niveau qu'a atteint le glacier, il faut se figurer l'écoulement d'un glacier dans une de ces vallées; deux alternatives peuvent se présenter.

Dans la première, le glacier principal a déjà fermé, puis envahi en partie la vallée par laquelle descend le glacier secondaire. Celui-ci, continuant à avancer, rencontre le glacier principal avec lequel il entre en lutte. D'abord arrêté, mais recevant continuellement des glaces des grandes montagnes qui l'entourent, il finit par dépasser en hauteur le glacier principal; alors, non seulement il le refoule, mais encore il prend son écoulement le long de l'une des rives de la vallée principale. Cela a dû se passer ainsi en maint endroit.

Cependant une autre supposition est possible : un glacier secondaire descend de très hautes montagnes dans une vallée éloignée de la source du glacier principal, telle que celle de Zermatt ou celle de Bagne. Ce glacier secondaire débouche dans la vallée principale avant l'arrivée du grand glacier ; ce dernier ne pourra que le repousser sur l'une de ses rives.

Pour trouver le niveau qu'il faut assigner au glacier secondaire, il faut prendre la hauteur du glacier principal; il est certain, en effet, que le glacier secondaire est au moins aussi haut que ce dernier. On trace ensuite une ligne qui part de cette hauteur, remonte la vallée dont elle suit les sinuosités et s'élève en se rapprochant de la partie supérieure de la vallée. Mais, pour tracer cette ligne, souvent interrompue par l'arrivée de glaciers de troisième ordre, il faut avoir recours à la carte au

1 : 100,000 ou à l'Atlas topographique de la Suisse au 1 : 25,000 et au 1 : 50,000.

Certains signes employés sur la carte demandent encore quelques mots d'explication :

De petits traits rouges horizontaux indiquent la présence du terrain glaciaire, composé en général d'argile ou de marne et contenant des cailloux striés et des blocs erratiques.

Des points rouges de diverses grosseurs représentent les blocs erratiques. Parfois un très petit nombre de points rouges indiquent un grand nombre de blocs; la petite échelle de la carte n'a pas permis qu'il en fût autrement.

Des traits rouges d'une certaine épaisseur et des espaces de la même couleur, tels que ceux qui sont à l'est de Soleure, représentent les moraines ou dépôts faits par les glaciers.

On peut enfin remarquer que la plaine suisse est subdivisée en un certain nombre de districts délimités par une ligne bleue pointée. Ces districts portent chacun un grand numéro bleu destiné à indiquer l'ordre dans lequel ils se suivront dans le texte.

Les indications fournies par la carte : 1° sur le terrain glaciaire ; 2° sur les blocs erratiques maintenant visibles ; 3° sur les moraines, représentent l'état actuel de la Suisse. Dans l'étude de ces trois sujets, il n'y a pas de théorie, ce sont des faits positifs qu'on peut examiner tous les jours.

Pour ce qui concerne les blocs erratiques, on trouvera sur ma carte l'indication de groupes qui renferment quelquefois plusieurs centaines et peut-être plusieurs milliers de blocs; souvent ils se confondent avec des moraines. Dans la vallée de l'Arve, on remarque à Combloux, près

de Sallanches, un amas de plusieurs milliers de blocs granitiques qui s'étend sur 5 km. de longueur. Dans cette même vallée, la plaine des Rocailles est occupée par des blocs erratiques calcaires. Elle est large de 3 km. et longue de 14 km., en comptant la moraine qui est en amont.

Dans la vallée du Rhône, en aval de Saint-Maurice, l'amas de blocs de granit de Monthey attire depuis longtemps l'attention des naturalistes ; ainsi que le dépôt de Combloux, il renferme des blocs gigantesques. L'amas du Riedholz, près de Soleure. est fort remarquable quoique moins grand ; on y compte 228 blocs; l'exploitation en est interdite par une ordonnance du Conseil administratif de la ville de Soleure qui a très sagement jugé que l'exploitation des blocs serait plus nuisible à la forêt que leur présence. L'amas de blocs situés sur la rive droite de l'Areuse, près Noiraigues (canton de Neuchâtel), était considérable il y a quarante ou cinquante ans, il est maintenant en grande partie épuisé. Le dépôt de blocs de Gross Hochstetten, non loin de Berne, celui de Morschach, près de Brunnen (lac de Lucerne), celui du Steinberg, près du lac de Lowerz, la quantité énorme de blocs de Mellingen dans la vallée de la Reuss, ceux du Righi, ceux de Fällanden à l'est de Zurich, ceux que le Rhin a déposés en grand nombre entre le Saint-Gothard et Coire, sur les flancs du Calanda et en Souabe ont attiré depuis longtemps l'attention des géologues.

Les blocs isolés se trouvent un peu partout dans la plaine. Ils sont moins importants que ceux des montagnes. Parmi ceux-ci, les plus élevés, en général difficiles à trouver, sont ceux qui offrent le plus d'intérêt et ceux que j'ai recherchés de préférence. Les petits chiffres bleus de

la carte indiquent en mètres la hauteur au-dessus de la mer des plus élevés qui aient été observés. Ils attestent le maximum de hauteur atteint par l'ancien glacier. La nature de la roche dont ils sont composés fait connaître leur point de départ. Il est évident que le bloc d'arkésine de 2060 m. cubes qui se trouve, au milieu de beaucoup d'autres, sur la colline du Steinhof, près Soleure, provient du Valais et a été déposé là après un voyage de quarante-six lieues. On ne peut en douter, le Valais étant le seul endroit de la Suisse où cette roche se trouve. Les blocs d'euphotide qui sont répandus du Fort-de-l'Écluse jusqu'au delà de Berne, caractérisent bien l'ancien glacier du Rhône. En effet, on ne connaît cette roche que dans la vallée de Saas, en Valais, au-dessus de Mattmark, à 3150 m. au-dessus de la mer. Des blocs valaisans ont été transportés par le glacier du Rhône à Lyon, c'est-à-dire à 120 km. au delà de Genève, et des blocs des Grisons ont été emmenés par le glacier du Rhin jusqu'à Sigmaringen sur la rive gauche du Danube, à 55 km. au nord de la ville de Saint-Gall.

C'est en étudiant ces roches et leurs gisements qu'on détermine l'aire d'un bassin glaciaire et qu'on peut en tracer les limites. Mais ces limites, qui sont représentées par une ligne sur une carte à petite échelle, sont dans la nature des zones; car des glaciers dont la puissance atteint parfois 1000 ou 1600 m. ont lutté les uns contre les autres et durant ces luttes la victoire n'est pas toujours restée au même glacier.

Un grand nombre de blocs isolés portent des noms; beaucoup ont leur légende. Quelques-uns ont été changés en monuments préhistoriques; ils touchent ainsi de fort près à l'histoire de l'homme.

L'État-major fédéral a rendu un grand service à la géologie en voulant bien indiquer avec la plus grande exactitude, la position des blocs que MM. les officiers chargés de corriger certaines feuilles de la carte de la Suisse, ont rencontrés durant leurs travaux.

Les moraines ont, comme l'a dit de Charpentier[1], la « forme de monticules allongés, dont les deux talus sont « joints par une arête tronquée ou arrondie. » Elles sont rares sur quelques points, mais très développées et très nombreuses sur d'autres; en général elles contribuent à embellir le pays. Le paysage dit morainique n'est pas sans beautés. Les moraines témoignent des travaux gigantesques faits par les glaciers dans les montagnes et dans la plaine. Leur grandeur, leur nombre et leur association aux blocs erratiques prouvent que les montagnes ont été abaissées.

Les moraines entouraient le glacier sur trois côtés, de là les dénominations de moraine latérale et de moraine frontale ou terminale. Quelques moraines ont conservé nettement la forme que leur avait donnée le glacier. Ainsi aux environs des lacs de Sempach, de Hallwyl, etc., on voit sur les deux rives des collines parallèles; l'une et l'autre supportent une ou plusieurs moraines latérales qui sont situées à une assez grande élévation au-dessus de la plaine du côté d'amont et qui arrivent par une pente douce, au milieu de cette plaine, en s'abaissant du côté d'aval. Dans la plaine, ces deux moraines se joignent en formant un demi-cercle plus ou moins régulier qui prend le nom de moraine terminale. En général, ces moraines terminales ont gardé l'empreinte très reconnaissable de l'extrémité inférieure du glacier qui les a façonnées.

[1] *Essai sur les glaciers*, 1841, page 47.

On peut croire que presque toutes les moraines terminales ont anciennement retardé l'écoulement des eaux. Il est probable que, pendant la grande extension des glaces, le torrent qui coulait sous le glacier était relativement peu considérable et a pu éviter la moraine. Mais à l'époque postglaciaire, qui a été celle de la grande fusion des glaciers, des torrents énormes se sont produits, les moraines les ont retenus et ils ont formé un lac. C'est ce qui est arrivé un peu en aval de Soleure : les eaux de l'Aar ont été arrêtées par quatre grandes moraines valaisannes. Il s'est fait un lac qui s'est étendu, sur une longueur de cent kilomètres, jusqu'à l'extrémité sud des marais d'Yverdon. Des lacs de ce genre ont existé dans plusieurs parties de la Suisse. Dans ce pays, à l'époque postglaciaire, les eaux couvraient une étendue bien plus grande que de nos jours.

Grâce à l'impulsion donnée par les remarquables recherches d'Agassiz et de Charpentier, on a publié quelques cartes relatives à l'époque glaciaire dans la partie de la Suisse au nord des Alpes; mais elles sont à une petite échelle, les détails y manquent. Aucune d'elles n'est faite de manière à ce qu'on puisse en déduire, ni le maximum de hauteur, ni l'épaisseur, ni la pente des glaciers.

On trouve aisément ces trois données dans la carte que je viens de publier. Un exemple[1] rendra la chose plus claire : je prends le glacier de l'Aar dont la longueur n'est pas grande, puisqu'il a été arrêté à Berne par le glacier du Rhône.

[1] En 1876 j'ai traité le même sujet dans ma Notice sur la Conservation des blocs erratiques et sur les anciens glaciers du revers septentrional des Alpes. *Archives des sciences physiques et naturelles*, t. LVII, et à part.

Les roches polies par l'ancien glacier de l'Aar atteignent une hauteur de 3000 m. sur l'Ewig Schneehorn, comme l'indique le chiffre inscrit sur la carte; cette montagne est sur la rive gauche du glacier du Lauteraar. Le niveau de la vallée ou surface du glacier est à 2747 m.; en sorte que l'ancien glacier avait une puissance de 253 m., sans compter l'épaisseur du glacier actuel.

Le Juchliberg ou Juchli Stock, qui n'est pas indiqué sur la carte, se trouve à l'extrémité est de la rive gauche du glacier du Lauteraar. On y voit des blocs erratiques à 2500 m. La vallée du Grimsel est à 1874 m. L'ancien glacier a eu 626 m. de puissance. La distance entre l'Ewig Schneehorn et le Juchlistock est de 11 km. La différence de niveau entre les traces laissées par l'ancien glacier sur ces deux montagnes est de 500 m.; la pente du glacier était de 45 pour mille [1].

Sur le Stampfhorn [2], les roches polies de l'ancien glacier sont à 2250 m. La vallée du Hasli est à 1363 m., l'épaisseur du glacier était donc de 887 m. La distance entre le Juchliberg et le Stampfhorn est de 5,5 km., la différence de hauteur des traces de l'ancien glacier sur ces deux montagnes est de 250 m. et la pente du glacier était de 45 pour mille.

Les blocs atteignent 1500 m. au Brienzerberg (au sud de l'extrémité est du lac de Brienz). Le niveau de la val-

[1] C'est par erreur typographique que dans l'article que j'ai inséré dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1884, t. XCIX, p. 599, *cent* a été mis à la place de *mille* dans les indications des pentes des anciens glaciers.

[2] Le nom de cette montagne n'est pas inscrit sur la carte, elle est au-dessous du Ritzlihorn du côté Est.

lée voisine est à 570 m. [1]; ce qui donne pour l'épaisseur de la glace 930 m., sans compter la profondeur du lac. La distance entre le Ritzlihorn et le Brienzerberg est de 24 km. La différence de niveau entre les traces glaciaires sur ces deux montagnes est de 750 m.; la pente de la surface du glacier était de 31 pour mille.

Le glacier de la Simme atteignait près d'Erlenbach 1350 m. au-dessus de la mer; à 7 km. en aval, près de Wimmis, il rencontrait le glacier de l'Aar. Toutes les fois que deux glaciers se joignent, leurs surfaces doivent être au même niveau; ce niveau était donc de 1350 m. environ pour les deux glaciers. La vallée est à 634 m. à Wimmis; la puissance du glacier était donc de 716 m. Du Brienzerberg à ce confluent près de Wimmis la distance est de 32 km., la différence de niveau entre les traces glaciaires de ces deux endroits est de 150 m., la pente était presque de 5 pour mille.

Au Gurnigel, des blocs erratiques ont été observés à 1320 m. Le niveau de la vallée étant à 597 m., l'épaisseur de la glace a été de 723 m. La distance entre Wimmis et le Gurnigel est de 16 km., la différence de niveau entre les traces glaciaires de ces deux endroits est de 30 m.: la pente de la surface du glacier était de 2 pour mille.

Au delà du Gurnigel on ne peut trouver aucune indication sur la hauteur maximum du glacier de l'Aar, parce qu'en aval de cette localité il n'y a plus, dans la direction

[1] Jusqu'à présent je n'ai pas tenu compte des profondeurs des lacs que les anciens glaciers ont rencontrés sur leur passage. Tels sont pour le glacier de l'Aar le lac de Brienz profond de 305 m. et celui de Thoune profond de 354 m. Il s'est formé dans ces bassins lacustres des amas de glace qui probablement ont eu peu de mouvement et qui n'augmentent que sur un espace restreint l'épaisseur de la glace.

de Berne, que quelques collines de moins en moins hautes.

Je résume dans le tableau suivant[1] les calculs ci-dessus :

LOCALITÉS	Niveau supérieur des traces glaciaires.	Niveau de la vallée voisine.	Épaisseur de la glace.	Distance.	Différence de hauteur des traces glaciaires	Pente pour mille mètres de la surface du glacier.
	mètres	mètres	mètres	kilom.	mètres	mètres
Ewig Schneehorn.....	3000	2747	253			
				11	500	45
Juchliberg...........	2500	1874	626			
				5,5	250	45
Stampfhorn..........	2250	1363	887			
				24	750	31
Brienzerberg.........	1500	570	930			
				32	150	5
Wimmis.............	1350	634	716			
				16	30	2
Gurnigel............	1320	597	723			

Ce seul exemple pourrait suffire à démontrer qu'il est aisé de déduire de l'examen de la carte le maximum de hauteur, l'épaisseur et la pente de la surface d'un glacier. Toutefois, un second exemple ne sera peut-être pas sans intérêt et ce sera le glacier de la vallée de la Reuss qui nous le fournira.

Malheureusement, je n'ai pas pu réunir sur celui-ci

[1] Les chiffres des trois dernières colonnes du tableau indiquent : la distance qui sépare les deux montagnes entre les noms desquelles ces chiffres sont intercalés, la différence des hauteurs auxquelles se trouvent les traces glaciaires sur ces deux montagnes et la pente de la surface du glacier entre ces mêmes montagnes.

autant d'observations que je l'aurais désiré. Je ne connais pas de roches polies, indiquant la hauteur de cet ancien glacier, sur les montagnes voisines de son point de départ. Pour fixer ce point, j'ai pris le sommet le plus élevé du massif du Saint-Gothard. Tant qu'il n'aura pas été fait de nouvelles observations, un point de repère choisi plus haut ou plus bas serait purement hypothétique; tandis qu'il est certain que le glacier est parti de la sommité la plus élevée.

J'ai donc choisi le Wyttenwasser Stock, élevé de 3084 m. Ce sommet situé un peu au sud-est du Leckihorn, à la limite du bassin de la Reuss, domine le glacier de Wyttenwasser dont les eaux coulent du sud au nord en passant près de Réalp. Il est évident que l'ancien glacier de la Reuss est né de la réunion des glaciers qui descendent des pics nombreux du massif du Saint-Gothard[1]. Le niveau de la vallée pris au pied du glacier de Wyttenwasser est à 2190 m., l'épaisseur de la glace était donc de 894 m.

A l'Eggberg au-dessus de Fluelen (rive droite de la Reuss), il existe des blocs erratiques à la hauteur de 1360 m.; le lac des Quatre Cantons est à 437 m. ; l'épaisseur du glacier était de 923 m. La distance du Wyttenwasser Stock est de 45 km., la différence de niveau entre le sommet du Wyttenwasser Stock et les blocs de l'Egg-

[1] La grande vallée de Göschinen qui commence au Damma Stock (3633 m.), au Schnee Stock (3600 m.) etc., a fourni un énorme affluent au glacier de la Reuss et cet affluent charriait, probablement en abondance, des blocs du même granit que celui qui a été transporté par le glacier du Rhône. En sorte que ces granits répandus dans certaines régions de l'Argovie ne peuvent servir à distinguer les unes des autres les traces laissées par le glacier du Rhône ou par celui de la Reuss.

berg est de 1724 m. Cette différence est considérable et donnerait pour la surface de l'ancien glacier une pente de 38 pour mille; mais on peut avoir quelques doutes sur l'exactitude de cette donnée, parce qu'au lieu de prendre la hauteur des traces glaciaires, j'ai dû prendre celle du sommet de la montagne.

Sur la crête méridionale du Righi faisant face au Saint-Gothard, se trouve un endroit nommé Egghubel ou Gotthardli. M. le prof. Kaufmann de Lucerne assigne aux blocs qui s'y trouvent l'élévation de 1380 m., tandis que M. le prof. Rutimeyer de Bâle indique 1340 m. La moyenne est de 1360 m.; ce chiffre est le même que celui de l'Eggberg. Par conséquent entre ces deux montagnes, soit sur une longueur de 13 km., le glacier était horizontal. La surface du lac étant à 437 m. l'épaisseur de la glace était de 923 m.

Le Rossberg à l'est d'Art, village situé à l'extrémité sud du lac de Zug, présente des blocs erratiques à 1080 m. La surface du lac de Zug est à 417 m. L'épaisseur du glacier était de 663 m. La distance du Gotthardli au Rossberg est de 7 km.; la différence de hauteur entre les traces glaciaires situées sur ces deux montagnes est de 280 m.; la pente de la surface du glacier était de 40 pour mille.

Une ligne tirée du Rossberg au lac de Hallwyl touchera au Lindenberg, dont le sommet élevé de 900 m. porte quelques blocs erratiques; la vallée à l'est du Lindenberg est à 409 m.; l'épaisseur du glacier était de 491 m. La distance du Rossberg à cette montagne est de 30 km. La différence de hauteur entre les blocs du Rossberg et ceux du Lindenberg est de 180 m.; la pente de l'ancien glacier était de 6 pour mille.

Au nord du Lindenberg se trouvent les Lägern, montagne située sur la rive droite de la Limmat, à l'est de Baden; les blocs les plus élevés se remarquent au Burghorn, à 800 m.; la plaine au sud est à 366 m., l'épaisseur du glacier était de 434 m. La distance entre ces deux montagnes est de 26 km., la différence de la hauteur des blocs est de 100 m.; la pente de la surface du glacier était de 4 pour mille.

Le Reinerberg ou Bruggerberg est une petite montagne située au N.-E. de Brugg et sur la rive gauche de l'Aar; les blocs s'y trouvent à 525 m.; l'un d'eux, assez volumineux, est composé du porphyre des Windgälle, montagne située à l'angle de la vallée de la Reuss et de la vallée de Maderan; un autre bloc de sernifite, caractéristique du bassin de la Limmat, est une preuve évidente de l'association, dans cette région, des roches de la Reuss avec celles de la Limmat. L'Aar est près de là à 330 m.; l'épaisseur du glacier était de 195 m. Des Lägern au Reinerberg la distance est de 11 km., la différence de niveau des traces glaciaires est de 275 m.; la pente de la surface du glacier était de 25 pour mille.

Près du village de Bottstein se trouve, sur la rive gauche de l'Aar, un bloc de granit de 17 m. cubes situé à environ 40 m. au-dessus de l'Aar, cette rivière est à 323 m. Ce bloc remarquable a été amené par l'ancien glacier de la Reuss, mais des dépôts plus élevés se voient sur le Bottenberg, colline située à l'ouest de Bottstein. Les fragments de roches qui y sont épars sont peu volumineux, ce sont du granit et du verrucano vert clair à grains de quartz. Le granit appartient aux roches de la Reuss et le verrucano à celles de la Limmat. Il semble donc que les roches des deux glaciers étaient associées lorsqu'elles se sont arrêtées

au Reinerberg et au Bottenberg. Les roches erratiques de cette colline sont à environ 500 m. au-dessus de la mer ; il est possible que cette élévation soit un peu forte. Le niveau de l'Aar est à 323 m.; l'épaisseur du glacier était de 177 m. La distance du Reinerberg au Bottenberg est de 6 km., la différence de hauteur entre les traces glaciaires de ces deux collines est de 25 m.; la pente du glacier était de 4 pour mille.

J'ai réuni dans le tableau suivant les données relatives au glacier de la Reuss.

LOCALITÉS	Niveau supérieur des traces glaciaires.	Niveau de la vallée voisine.	Épaisseur du glacier.	Distance.	Différence de hauteur des traces glaciaires.	Pente pour mille mètres de la surface du glacier.
	mètres	mètres	mètres	kilom.	mètres	mètres
Wyttenwasser Stock...	3084	2190	894			
				45	1724	38
Eggberg............	1360	437	923			
				13	0	0
Gotthardli...........	1360	437	923			
				7	280	40
Rossberg............	1080	417	663			
				30	180	6
Lindenberg..........	900	409	491			
				26	100	4
Lägern..............	800	366	434			
				11	275	25
Reinerberg..........	525	330	195			
				6	25	4
Bottenberg..........	500	323	177			

On remarquera combien la pente de ces deux glaciers de l'Aar et de la Reuss était douce ; il en était à peu près de même pour les autres anciens glaciers de la Suisse.

Si on examine la hauteur d'un glacier au-dessus de la

mer, au moyen des petits chiffres bleus pris dans des endroits éloignés les uns des autres, on jugera assez bien quel était l'état du pays au moment du maximum d'extension des glaciers.

On lit à Morcles (au-dessus de Saint-Maurice en Valais) 1650 m. et 1352 m. au Chasseron dans le Jura au-dessus d'Yverdon. La distance est de 78 km. ; la différence de niveau est de 298 m.; la pente était de 4 pour mille. De l'un de ces points à l'autre, il existait sur le glacier du Rhône une ligne de faîte qui coupait la ligne actuelle de partage des eaux entre le bassin du Rhône et celui de l'Aar. Cette ligne indique la direction prise à la sortie du Valais par la plus grande masse de glace. Au Chasseral à 57 km. au N.-E., on lit 1306 m. pour la hauteur du glacier. Au mont Salève, près de Genève, à 92 km. du Chasseron, on trouve des blocs à 1308 m. Il a donc existé au-dessus de la plaine suisse une plaine de glace de 149 km. de longueur et cette plaine qui s'élevait à 1352 m. au Chasseron avait aussi 1350 m. aux Alpettes, première sommité des Alpes au delà de la plaine suisse, près de Bulle. Cette plaine de glace était donc horizontale dans ses deux dimensions. Elle devait ressembler à certaines parties du Groënland. Comme dans ce pays, la vitesse de la marche des anciens glaciers en Suisse devait être en raison de leur épaisseur.

Les bassins occupés par les anciens glaciers sont souvent très différents des bassins hydrographiques actuels. Le glacier du Rhône, par exemple, se ramifiait et tandis que l'une des branches se dirigeait sur Lyon, l'autre envahissait le bassin de l'Aar, arrêtait le glacier de ce nom à Berne, le contournait et remontait dans la partie inférieure de la vallée de la Grande Emme qui s'élève jus-

qu'à la crête des montagnes qui dominent au nord le lac de Brienz. Les glaciers qui descendaient de ces montagnes ont donc été des affluents du glacier du Rhône. Plus au nord, ce glacier entrait en lutte avec le puissant glacier de la Reuss et était refoulé dans les parties septentrionales du Jura qui ne sont pas très élevées ; il arrivait enfin jusque près des bords du Rhin.

Ce même glacier a suivi aussi le flanc du Jura du Fort-de-l'Écluse à Vallorbe, il n'a franchi aucun des cols de cette chaîne, qui sont trop élevés ; mais au N.-E. de Vallorbe, les cols étant peu hauts, tous ont été traversés par le puissant glacier dont l'épaisseur au Chasseron était 917 m. et au Chasseral de 871 m. environ. Ce glacier a repoussé à l'ouest, les glaciers du Jura qui auraient dû descendre du côté de la Suisse, il a transporté des blocs alpins jusqu'à Ornans, non loin de Besançon et plus au N.-E. jusqu'à Maîche et au cours du Dessoubre. Dans cette même direction, il a occupé une grande partie de l'intérieur du Jura.

En se rendant compte de cette énorme épaisseur, on comprend que le glacier alpin se soit avancé dans l'intérieur du Jura en recouvrant les vallées et les flancs des montagnes jusqu'à la hauteur que je viens d'indiquer ; il n'y a eu dans le Jura que quelques sommités qui émergeaient. Ce n'est pas par des cluses étroites et peu profondes, comme celle des Hôpitaux près de Jougne, que le glacier a pu pénétrer ; il y a eu, il est vrai, beaucoup de glace dans les cluses, elles en étaient remplies ; mais la glace comprimée, par le poids de la masse couvrante et retenue par un frottement plus fort qu'il ne l'aurait été dans un espace plus ouvert, ne devait s'avancer dans les cluses qu'avec peu de vitesse.

On pourrait de l'étude du Rhin tirer un exemple tout analogue à celui que nous a fourni le Rhône; les blocs des Grisons se retrouvent en effet jusque sur la rive gauche du Danube. Mais il est inutile d'insister, la différence qui existe entre le bassin glaciaire et le bassin hydrographique d'un fleuve nous semble maintenant bien établie.

Ces quelques notes, rapprochées de la carte que je viens de publier, permettent, je crois, au lecteur de se faire une idée exacte du phénomène glaciaire en Suisse. J'espère atteindre plus complètement ce but par la publication prochaine d'un travail dans lequel ce phénomène sera étudié avec plus de détails.

Alph. FAVRE.

SOIXANTE-SEPTIÈME SESSION

DE LA

SOCIÉTÉ HELVÉTIQUE DES SCIENCES NATURELLES

RÉUNIE A

LUCERNE

Les 16, 17 et 18 septembre 1884

C'est au sein de la Suisse primitive, dans la pittoresque cité de Lucerne, au pied de ses vieux remparts témoins d'une glorieuse histoire, au bord de son lac incomparable, que les membres de la *Société helvétique des Sciences naturelles* s'étaient donné rendez-vous cette année-ci. Ils ont répondu en grand nombre au gracieux appel de la section de Lucerne qui a trouvé moyen d'embellir encore le tableau merveilleusement beau offert à nos regards par l'accueil le plus chaleureux et la plus aimable hospitalité. La réunion de cette année empruntait en effet un charme tout particulier aux splendeurs que la nature a répandues avec une si grande prodigalité dans cette région de la Suisse, et, à côté des heures consacrées à l'expédition des affaires et surtout à la science, rien n'avait été négligé dans le programme de la fête pour faire jouir messieurs les naturalistes des beautés de la nature et rien n'a man-

qué, pas même le beau temps qui a voulu être de la partie.

Le 15 septembre, au soir, eut lieu la réception des nombreux arrivants et une première réunion familière à l'hôtel du Saint-Gothard. Immédiatement avant la commission préparatoire des délégués des sections cantonales avait siégé pour arrêter les principales mesures administratives à soumettre le lendemain au vote de l'assemblée générale, en particulier ce qui concernait la distribution du prix Schläfli.

Le 16 septembre, à 8 heures du matin, première assemblée générale, M. O. Suidter, président du Comité annuel, prononce le discours d'ouverture.

Après avoir salué, au nom du gouvernement, de la population et de la section de Lucerne, les membres de la Société helvétique des sciences naturelles, qui ont bien voulu honorer Lucerne de leur présence, M. le président transporte en imagination son auditoire à 50 ans en arrière, au sein de la 19me assemblée de notre Société tenue à Lucerne en 1834, dans laquelle Charpentier annonça l'un des principaux résultats des recherches de Venetz sur l'état actuel et passé des glaciers du Valais, dans laquelle aussi le prof. Schinz proposa d'entreprendre l'œuvre considérable d'une description de la faune suisse, dans laquelle enfin la Société décréta sur la proposition de Horner une première allocation de 1500 fr. pour une carte topographique de la Suisse. Cette session de 1834, illustrée par d'autres communications importantes, peut en effet être rangée au nombre des plus mémorables parmi nos assises annuelles.

Le président donne ensuite une esquisse géologique du terrain de Lucerne et de ses environs, il trace un tableau

du pays à l'époque tertiaire et à l'époque glaciaire, et donne une courte description du Jardin glaciaire. Il expose les principaux traits du climat de Lucerne d'après des données anciennes et d'après les observations de la station météorologique fondée par la section de Lucerne. Il donne un tableau de la flore locale des environs de Lucerne, de l'origine de cette flore, des migrations des plantes depuis des temps reculés jusqu'à aujourd'hui.

Il signale ce fait intéressant qu'il existait à Lucerne déjà en 1598 même quelques années auparavant un petit jardin botanique où on cultivait un grand nombre de plantes exotiques, par exemple le tabac, et duquel sont sorties des méthodes meilleures pour la culture des arbres fruitiers et des pépinières. Le cultivateur de ce jardin était le célèbre homme d'État et savant pharmacien Renward Cysat.

Le discours aborde enfin la faune des environs de Lucerne, et se termine par quelques mots de souvenir donnés aux membres de la Société qui sont morts dans le courant de l'année, surtout à O. Heer, Bachmann et Dumas.

Nous rendons compte plus loin des communications scientifiques faites à la première assemblée générale.

Nous nous bornons à mentionner ici que, sur la proposition de la Commission pour la Fondation Schläfli, trois mémoires ont été couronnés par la Société : 1° un prix de fr. 1200 a été décerné à M. R. Billwiller pour son travail sur la Climatologie de la Suisse ; 2° M. F.-A. Forel et M. G. Duplessis ont présenté chacun un mémoire sur la Faune lacustre, et ont tous deux reçu, *ex æquo*, un prix de fr. 400.

Un banquet au *Schweizerhof* et une promenade en bateau à vapeur jusqu'en avant de Beckenried, complétèrent le

programme de cette première journée. Au retour à Lucerne, les membres de la Société furent émerveillés par le spectacle indescriptible qu'offraient à leurs regards, les quais et la rade illuminés aux flammes de Bengale et un brillant feu d'artifice.

La journée du 17 septembre a été remplie en grande partie par les séances des sections, très longues et très nourries, comme on pourra le voir dans la suite, et a été terminée par une réception au restaurant du Gütsch, où se firent entendre un très bon orchestre et d'excellents chœurs d'hommes.

Enfin, le 18 septembre, la seconde assemblée générale a clos la partie officielle de la session, qui s'est prolongée jusqu'au soir, par une promenade en bateau à vapeur au Grutli, à la chapelle de Tell, avec banquet à Brunnen. Tous ceux qui ont eu le plaisir d'assister à cette session, se joindront à nous pour adresser les plus sincères remerciements au Comité annuel pour son admirable organisation, aux représentants du canton et de la ville, à la population de Lucerne pour leur gracieuse réception.

Nous devons nommer ici avant tout M. O. Suidter, président, M. le Dr Schumacher-Kopp, vice-président et MM. Hoffstetter et Kopp secrétaires du Comité annuel, qu'ils reçoivent l'expression de notre vive gratitude.

La prochaine session aura lieu en 1885 au Locle, sous la présidence de M. le professeur Jaccard et avec le bienveillant concours de la section de Neuchâtel.

Nous allons donner maintenant le compte rendu des communications scientifiques faites dans les assemblées générales et les séances des sections en les classant suivant les branches de la science auxquelles elles se rapportent.

Botanique.

Président : M. le prof. SCHNETZLER.
Secrétaire : M. le Dr Jean DUFOUR.

M. RHINER, de Schwytz, présente un *Aperçu de la flore des environs du lac des Quatre-Cantons*. Cette contrée pittoresque a été explorée par un bon nombre de botanistes. MM. Hegetschweiler, Hofstetter, Gisler, Schobinger et d'autres encore ont tour à tour contribué à enrichir de leurs découvertes nos connaissances sur la végétation. M. Rhiner donne une longue liste d'espèces intéressantes observées par lui, avec indication précise des localités. Mentionnons entre autres les espèces suivantes :

Draba Johannis Host. (Jochli) et *D. Wahlenbergii* Hartm. ; *Sagina apetala* L. (Gersau) ;
Oxalis stricta L. (Stanz) ;
Œnanthe Phellandrium Lam. (Zug) ;
Centunculus minimus L. (Stanz) ;
Lolium linicolum A. Br. (Buochs);
Saponaria Vaccaria L. (Lucerne).

M. LÜSCHER, de Zofingue, cite encore plusieurs espèces peu communes trouvées par lui dans le canton de Lucerne et les environs de Zofingue ; ainsi : *Conringia orientalis* Andrz. ; *Aspidium cristatum* Sw. ; puis il indique deux représentants rares de la flore vaudoise : *Crassula rubens* L. à Lutry, et *Ranunculus Philonotis* Retz. à Paudex.

M. le Dr Jean DUFOUR, de Lausanne. *De l'influence de*

la gravitation sur les mouvements des étamines de quelques fleurs. Chez un assez grand nombre de fleurs, les étamines, d'abord rectilignes, présentent au bout de quelques heures une forte courbure dont la concavité est tournée vers le haut. Cette courbure, qui coïncide généralement avec l'ouverture des anthères, est ainsi très apparente chez plusieurs espèces de *Funkia* et d'*Hemerocallis,* puis dans *Dictamnus Fraxinella* Pers., *Agapanthus umbellatus* L'Herit., etc.

Or, l'expérience montre que les mouvements de ces étamines sont déterminés par la gravitation et ne sont pas de nature purement spontanée, comme on l'admettait jusqu'à maintenant. Le sommet de l'organe tend, en réalité, à s'éloigner de la terre. Il suffit d'annuler l'action de la pesanteur en fixant la jeune fleur sur un axe horizontal en rotation lente, pour empêcher la courbure de se produire. De même, si l'on retourne la fleur, on voit que le plan de courbure reste toujours vertical, et n'a aucune relation morphologique avec la position des pétales.

Le pistil de la Fraxinelle présente de plus la curieuse propriété d'être d'abord attiré par la terre (géotropisme positif), puis, environ deux jours après, repoussé (g. négatif). Chez *Scrofularia nodosa* L. la courbure particulière du style vers la fin de la floraison paraît au contraire de nature spontanée, car elle se produit aussi lorsqu'on annule la pesanteur.

M. le prof. Schnetzler, de Lausanne, décrit plusieurs *monstruosités* intéressantes observées par lui. Ce sont : une fasciation de la tige d'un hybride de *Rubus;* cette déformation se reproduit depuis plusieurs années chez la même plante. Puis une anomalie curieuse de la fleur de

Dianthus Caryophyllus L. En place des pétales et des étamines apparaissaient de petites écailles vertes, celles du cercle intérieur portant encore des rudiments d'anthères; enfin les carpelles étaient transformés en feuilles chargées d'ovules plus ou moins normaux. La plante d'œillet portait une quarantaine de fleurs, toutes monstrueuses. M. Schnetzler mentionne enfin une *Tulipa Gesneriana* L. qui portait à environ 6 cent. au-dessous de la fleur une feuille colorée ressemblant absolument à un pétale. Le pigment rouge, extrait au moyen d'eau avec 1 °/₀ d'acide salycilique, prit une coloration d'un beau vert par l'adjonction de carbonate de potasse.

M. le prof. Schnetzler traite, dans une seconde communication, du *développement remarquable d'une moisissure*, l'*Aspergillus niger*, dans une eau où avait séjourné un certain temps un fragment de la muqueuse de l'estomac d'un chien enragé; le liquide contenait de la pepsine et possédait toutes les propriétés du suc gastrique; il dissolvait par exemple en peu de temps les petits morceaux d'albumine que l'on y jetait. Et cependant le champignon développa un mycelium très abondant dans ce substratum original; le protoplasma, c'est-à-dire l'albumine vivante, n'était donc pas attaqué par la pepsine, nouvelle preuve du fait qu'il doit exister une différence profonde, de nature chimique, entre le protoplasma vivant et l'albumine ordinaire.

Zoologie.

Président : M. le professeur Hermann Fol.
Secrétaire : M. le Dr Arnold Lang.

Dans la première assemblée générale, M. le Dr Victor Fatio, de Genève, fait une communication sur *L'observation ornithologique en Suisse.*

A propos du premier Congrès ornithologique international à Vienne (7-14 avril 1884), où il a été délégué par le Conseil fédéral, M. Fatio expose à l'assemblée les conclusions qui lui paraissent découler, au point de vue suisse, des délibérations et décisions du dit Congrès.

Trois questions étaient à l'ordre du jour : 1° *Projet d'une loi internationale pour la protection des oiseaux;* 2° *Origine de la poule domestique et perfectionnement de l'élevage de la volaille en général ;* 3° *Établissement de stations d'observations ornithologiques sur toute la surface de la terre habitée.*

Quant au premier point, *loi de protection,* la question de l'utilité relative des oiseaux en toutes circonstances étant loin d'être résolue, faute d'observations suffisantes, les divers États représentés se bornent à condamner les procédés de prise en masse (Massenfang) en tout temps, ainsi que toute capture et commerce des oiseaux et de leurs œufs, sans autorisation légale, durant la première moitié de l'année du calendrier. Ces vœux, s'ils étaient partout rendus exécutoires, pourraient certainement rendre de grands services à l'agriculture et à la sylviculture.

Au sujet du second point, *origine de la poule domestique*

et élevage de la volaille, le Congrès a décidé des recherches dans les cavernes à ossements de la Chine occidentale et des encouragements sérieux aux sociétés d'aviculture. Eu égard à ce dernier côté de la question, M. Fatio, considérant que la Suisse importe annuellement pour plus de sept millions de francs d'œufs et volailles diverses, désire un plus grand développement des sociétés d'aviculture dans le pays, des expositions et concours plus fréquents, et demande au Conseil fédéral de choisir et nommer, en différents cantons, des personnes qualifiées, pour être envoyées dans les pays les plus instruits et avancés sur la matière. Ces délégués rapporteraient et répandraient autour d'eux, par des conférences et des démonstrations pratiques, les connaissances qui nous manquent pour donner à l'industrie de la volaille dans notre pays toute l'importance dont elle est susceptible.

Mais c'est surtout sur le troisième point, *Établissement de stations d'observations ornithologiques*, que M. Fatio s'étend de préférence, comme se rattachant plus directement à la science et aux questions du ressort de la Société, et parce que le Conseil fédéral s'est engagé à favoriser semblable entreprise dans le pays.

Il fait remarquer que la Suisse, sur la ligne des migrations annuelles, est certes un des pays les plus admirablement situés et conformés pour permettre des observations utiles et variées. Sa configuration très accidentée, ses Alpes, ses glaciers, ses vallées d'élévations et d'orientations différentes, ses lacs, ses rivières, ses forêts offrent à tous oiseaux, par leur diversité, des conditions nombreuses d'attraction et d'habitat que l'on trouverait difficilement ailleurs, réunies, sur un si petit espace, à une diffusion de l'instruction aussi favorable à l'observation.

En même temps qu'une haute barrière à traverser, nos Alpes présentent, en effet, à différents niveaux, des milieux si variés qu'elles peuvent tenir lieu à beaucoup d'oiseaux de régions bien plus septentrionales. Nous devrions donc avoir à cœur de profiter de nos avantages incontestables, pour étudier non seulement la biologie de nos hôtes nombreux, allures, alimentation, nidification, abondance relative, distribution géographique, etc..., mais encore les circonstances de déplacement, les lignes de passage et, tout particulièrement, les influences susceptibles de pousser, guider ou arrêter les oiseaux dans leurs migrations, les agents de l'instinct en un mot.

On a déjà beaucoup écrit sur l'ornithologie de la Suisse. Sur les 340 espèces environ qui se rencontrent dans ses étroites limites, on sait à peu près combien peuvent être considérées comme sédentaires, nicheuses, de passage régulier ou seulement comme visiteurs accidentels. On possède, grâce à quelques faunes locales, la liste des oiseaux qui passent plus ou moins régulièrement dans certaines vallées ; dans la Haute-Engadine, en particulier, où, à un niveau moyen de 2000 mètres environ, M. J. Saratz a compté près de 150 espèces, dont, chose curieuse à ces hauteurs, 20 échassiers et 26 palmipèdes. Mais, si l'on comprend facilement que les hautes vallées favorisent le passage des Alpes, on se demande, par contre, pourquoi certains oiseaux passent plus volontiers par certains cols élevés, que par d'autres cependant plus directs et moins hauts ; pourquoi, en particulier, l'Hirondelle qui niche dans l'Urserenthal et butine sur les flancs du Gothard, préfère, chaque année, redescendre la vallée de la Reuss plutôt que de passer ce dernier col, où bien d'autres passent et qui, en peu de minutes, l'amènerait dans les plaines de

Lombardie. Le Führsprech Müller, qui a consciencieusement observé le passage de bien des oiseaux pendant plusieurs années à l'hospice du Gothard, n'a, en effet, jamais vu traverser une hirondelle à l'époque des migrations, et le naturaliste Nager à Andermatt a toujours vu ces oiseaux reprendre le chemin des gorges de la Reuss et du lac de Lucerne par où ils étaient arrivés [1].

Faute d'être groupées et comparables à d'autres faites dans d'autres conditions, nos observations, si nombreuses soient-elles, ne peuvent guère permettre jusqu'ici des conclusions bien pratiques et bien utiles.

Il faudrait d'abord bien établir le niveau de nos connaissances actuelles, en coordonnant les matériaux acquis.

Puis, il faudrait déterminer : I, un certain nombre d'espèces à observer ; II, les lieux variés les plus propices à la récolte des observations.

I. Pour les oiseaux, on pourrait choisir :

1° Parmi les espèces qui, gibiers ou objets de chasse, tombent naturellement sous l'observation intéressée de beaucoup. des oiseaux comme : le Pigeon (*Col. palumbus*), la Caille (*Per. coturnix*), le Râle de genets (*Crex pratensis*), le Vanneau (*Van. cristatus*), la Bécasse (*Sc. rusticola*), la Bécassine (*Sc. gallinago*), un Bécasseau, le variable (*Tr. variabilis*) par exemple, un Chevalier, le Cul-blanc ou la Guignette (*Tot. ochropus* ou *T. hypoleucos*) entre autres, l'Oie sauvage (*An. segetum*), la Sarcelle et quelques Canards (*Anas querquedula, Boschas, Fuligula* et *Clangula*) en particulier, etc.

2° Parmi les oiseaux les plus connus et les plus répandus :

[1] Ces curieuses données mériteraient certainement de nouvelles observations.

a. Ceux qui passent d'une manière plus ostensible, comme : la Buse (*Buteo vulgaris*), le Milan (*M. ater*), les Corbeaux (*Corvus corone* et *Monedula*), le Geai (*Gar. glandarius*), l'Étourneau (*Sturnus vulgaris*), la Litorne (*Tur. pilaris*), l'Alouette (*Al. arvensis*), le Pinson des Ardennes (*Fring. montifringilla*), l'Hirondelle (*Hir. rustica*), le Martinet (*Cyp. murarius*), le Héron (*Ard. cinerea*), la Cigogne (*Cic. alba*). Quelques Mouettes (*Larus ridibundus* et *Argentatus*) par exemple, et quelques Hirondelles de Mer (*Sterna hirundo et nigra*) entre autres, etc....

b. Ceux qui attirent plus facilement l'attention par leurs allures ou leur livrée, comme : la Pie-grièche grise (*Lanius excubitor*), les Gobe-Mouches gris et bec-figue (*Mus. griseola* et *M. luctuosa*), les Mésanges bleue et à longue-queue (*Parus cæruleus* et *P. caudatus*), la Grive mauvis (*Tur. iliacus*), le Rouge-queue (*Syl. Tithys*), la Linotte (*Fr. cannabina*), le Bouvreuil (*Pyr. vulgaris*), le Motteux (*Saxicola œnanthe*), les Bergeronnettes grise et jaune (*Mot. alba* et *M. boarula*), le Spioncelle (*Anthus aquaticus*), etc...

c. Enfin, ceux qui dénotent plus rapidement leur présence par leur chant ou leurs cris, comme : la Grive musicienne (*Tur. musicus*), le Rossignol (*Syl. Luscinia*), les Fauvettes grisette et à tête noire (*Syl. cinerea* et *S. atricapilla*), le Pinson (*Fring. Coelebs*), le Torcol (*Yrenx torquilla*), le Pic vert (*Picus viridis*), la Huppe (*Upupa epops*), le Loriot (*Oriolus galbula*), le Coucou (*Cuc. canorus*), le Courlis (*Numenius arquatus*), etc...

Une ou deux espèces dans chacun de ces quatre groupes suffiraient amplement pour commencer.

II. Quant aux stations ou lieux d'observation, on devrait, semble-t-il, les choisir : *a.* dans le *Jura*, entre Bâle

et Genève, sur quelques points, au pied et dans les vallées les plus importantes de cette chaîne; *b.* dans la *plaine suisse,* du lac de Constance au Léman, près des centres et dans différentes conditions, à l'est, au centre et à l'ouest; *c.* dans quelques *vallées alpestres* d'orientation et élévation différentes, au nord et au sud; *d.* enfin, sur certains *cols élevés* de nos Alpes, plus particulièrement ceux où il y a déjà des postes d'observation ou au moins des habitants, comme : la Bernina et la Maloja (à Pontresina et Sils), le Bernardin, le Gothard, le Simplon, le Théodule, le Saint-Bernard, etc...

Nos sociétés scientifiques, nos conservateurs de musées, nos professeurs, nos instituteurs, nos spécialistes, les forestiers, les gardes et bien des chasseurs pourraient contribuer, chacun selon ses moyens, à la récolte annuelle des observations.

Des directions spéciales seront données à ce propos aux personnes qui voudront bien apporter leur concours à l'étude intéressante pour laquelle notre continent, et peu à peu le monde entier, vont se couvrir d'un réseau serré de stations ornithologiques.

Tout est encore à faire à cet égard, en Suisse; il faudrait créer un Comité directeur qui surveille et coordonne les observations faites sur les divers points déterminés et qui, par l'intermédiaire de ses représentants dans le pays, (Dr A. Girtanner à St-Gall et Dr V. Fatio à Genève), fournisse chaque année, au Comité international son contingent de précieuses données. Il faudrait aussi élaborer un plan d'action commun, ainsi que des tabelles claires et pratiques pour enregistrer d'une manière facile et uniforme toutes les remarques à faire en toutes circonstances.

Les époques d'arrivée et de départ, la durée du séjour,

l'abondance relative, la direction et les circonstances des déplacements, la date et souvent même l'heure du passage sont importantes à noter. En outre, il faut y joindre, autant que possible, des observations météorologiques exactes sur l'état de l'atmosphère, pression, température, vents, pluie, brouillards, beau temps, etc.... Encore, ces observations, si précises soient-elles, ne pourront-elles permettre des conclusions utiles qu'à la condition d'être comparables avec celles faites dans d'autres stations, au loin, de chaque côté sur la ligne présumée des passages.

A côté de ces observations générales qui intéressent toute l'ornithologie, et en vue d'une étude plus spéciale des influences qui régissent l'instinct, le Dr Fatio voudrait aussi attirer l'attention des naturalistes suisses sur l'industrie des *Pigeons messagers.*

Bien que la Suisse ne soit pas dans les conditions d'autres pays qui, par leur étendue et leur configuration, peuvent mettre plus utilement à profit l'industrie des pigeons messagers, non seulement en cas de guerre, mais encore en vue des sinistres maritimes, comme il vient d'être proposé par le Congrès, M. Fatio estime qu'il y aurait cependant un grand intérêt à faire dans notre pays des expériences de ce genre, au point de vue plus purement scientifique.

Les stations existantes de Bâle [1] et de Thun [2] sont loin de pouvoir suffire dans ce but [3]. L'on devrait, pense-t-il, en créer de nouvelles dans des circonstances différentes, pour pouvoir multiplier et varier assez les essais et les ob-

[1] Installée par M. Greuter-Engel.

[2] Station officielle fédérale.

[3] Nous apprenons avec plaisir qu'une nouvelle station a été récemment établie à St-Gall.

servations; car si nous ne jouissons pas des conditions qui favorisent le transport et l'orientation du pigeon, c'est précisément par l'étude des obstacles à vaincre et des difficultés diverses qui s'opposent au développement efficace de l'instinct de retour que nous arriverons peut-être à trouver une explication de cette admirable faculté jusqu'ici inexpliquée.

Nos sociétés d'aviculture et d'histoire naturelle pourraient contribuer à l'établissement de ces pigeonniers d'expériences, et le Club-Alpin, en prêtant son concours aux aviculteurs et aux naturalistes, pourrait peut-être recommander à ses membres les mieux qualifiés de compléter de temps à autre le bagage de leur porteur d'un petit panier de pigeons pris à telle ou telle station et à lâcher dans telles ou telles conditions.

On a fait déjà, en divers pays, bien des expériences variées qui ont donné lieu à bien des observations intéressantes; mais on n'en est guère plus avancé jusqu'ici dans la connaissance des agents d'attraction et de perception qui dirigent l'oiseau dans ses voyages.

On sait que le pigeon messager, descendant du Bizet[1], s'il ne rencontre pas d'obstacles qui le déroutent, peut franchir, à raison de 80 ou 100 kilomètres à l'heure et en se maintenant volontiers à une élévation de 100 à 150 mètres, des distances de plusieurs centaines de kilomètres, pour rejoindre, en ligne droite, le pigeonnier et le compagnon de nichée dont il a été séparé. — On sait que le froid paralyse ses moyens, que le brouillard l'égare, que transporté en ballon à 6000 mètres il se laisse tom-

[1] Les races les plus recommandées aujourd'hui sont les dites : Lütticher et Antwerpener.

ber comme privé de vie, qu'à 1000 mètres encore il doit descendre en spirale vers la terre pour pouvoir s'orienter. On a recueilli bien des données utiles; mais on n'en est pas moins encore, comme il a été dit, dans une complète ignorance sur les conditions indispensables à la perception de la direction.

On a supposé que la vue et le souvenir pouvaient être les principaux auxiliaires de l'oiseau dans ses périgrinations. Mais beaucoup voyagent de nuit et, grâce à la convexité de la terre, il faudrait qu'un pigeon s'élevât à 3143 mètres pour apercevoir un objet à 200 kilomètres, à 19,688 mètres pour voir à 500 kilomètres, or c'est ce qu'il ne fait jamais. On peut bien admettre que des oiseaux qui ont voyagé libres, de leur plein gré et à petites étapes, puissent reconnaître leur route et retrouver, par exemple, comme l'hirondelle, leur nid de l'année précédente. Mais, pour le pigeon transporté au loin dans un panier, il ne peut plus être question de souvenir des objets et circonstances rencontrés sur sa route.

La direction des vents et les modifications de la température pourront bien, peut-être, guider en partie l'oiseau qui se livre à ses migrations annuelles du N.-E. au S.-O., ou vice-versa; mais encore ici, pour le pigeon appelé à retourner au pigeonnier, en différentes saisons et dans différentes directions, les mêmes auxiliaires ne peuvent plus avoir les mêmes effets. Le maintien dans des couches isothermes connues ou de même pression ne paraissant pas suffire à expliquer des faits aussi mystérieux, les observateurs les plus récents en sont enfin venus à supposer l'intervention de courants magnétiques assez problématiques.

C'est à peu près se déclarer battu sur le champ des hy-

pothèses, tandis qu'il y a là, aussi bien que dans la recherche des raisons de l'instinct chez d'autres animaux, un large et très intéressant sujet de précieuses études.

L'abeille qui revient au rucher après avoir butiné au loin, le mâle de papillon qui découvre à grande distance, dans une boîte, une femelle de son espèce emprisonnée, le chien qui retourne chez son maître à travers de longs espaces qu'il a parcourus enfermé, le pigeon qui rejoint en ligne droite sa compagne dont il a été séparé par des centaines de kilomètres et bien d'autres encore ont certainement des facultés inconnues à l'homme, des facultés différentes chez chacun et que celui-ci pourrait peut-être tourner davantage à son profit.

Où réside ce sentiment si sûr et si délicat et quels sont, pour chacun, le ou les organes de ce sens merveilleux qui nous échappe?

M. Fatio s'étonne, à ce sujet, de n'avoir rien trouvé, jusqu'ici, dans les auteurs spéciaux qu'il a consultés, sur le rôle immense que les sacs aériens de l'oiseau doivent pouvoir jouer dans ce cas.

En effet, plus un oiseau est bon voilier, plus ses divers sacs aériens sont développés et plus la pneumaticité de ses os est complète. Le pigeon, entre autres, est tout particulièrement bien doué à cet égard.

L'immense quantité d'air emmagasiné dans les différentes parties de son corps, le tient, par la multiplicité des contacts avec des membranes délicates passablement vasculaires et nerveuses, continuellement au courant des moindres variations dans la pression, la température ou l'état hygrométrique de l'atmosphère. Peut-être y a-t-il là une sensibilité toute spéciale pour l'analyse de l'air ou de la nature et des proportions des divers corps en suspension.

Si c'est grâce à la quantité d'air emmagasiné dans son petit corps que le rossignol peut produire et soutenir un chant si puissant; si l'amplitude du courant d'air appelé à travers les narines par un vaste soufflet abdominal peut, pour d'autres, augmenter beaucoup les perceptions de l'odorat, il n'y aurait rien de très étonnant à ce que, en donnant une plus fine perception des conditions de milieu, les sacs aériens jouassent aussi un rôle important dans le développement du sens directeur de l'oiseau qu'on appelle instinct.

C'est, il est vrai, encore une supposition qui ne donne pas jusqu'ici l'explication des sensations perçues; mais c'est une supposition qui pourra diriger peut-être dans le choix de nouvelles expériences à faire.

En terminant, comme représentant de la Suisse dans le Comité international des observations ornithologiques, le Dr Fatio fait appel au bon vouloir de tous les naturalistes suisses que les diverses questions soulevées pourraient intéresser, prêt à leur donner toutes directions ou tous renseignements qu'ils pourraient désirer.

Dans la séance de section, M. le professeur Henri Blanc, de Lausanne, communique les résultats de ses recherches *sur le développement de l'œuf et la formation des feuillets primitifs chez la Cuma Rathkii,* Kröyer.

Après avoir expliqué la formation de la cellule ovifère dans l'épithélium germinatif de jeunes ovaires, l'auteur démontre le mode suivant lequel les premiers globules vitellins se forment dans la cellule ovifère sans le concours des cellules folliculaires. — L'œuf arrivé à maturité et fécondé possède une seule membrane, un chorion. Son vitellus est différencié en deux parties : l'une, la plus considérable, le vitellus nutritif formé essentielle-

ment de globules vitellins, l'autre, beaucoup plus minime, le vitellus formatif en forme de calotte, situé à l'un des pôles de l'œuf et formé de protoplasma granuleux. L'œuf subit une *segmentation partielle ;* le vitellus formatif se segmente en grosses cellules cuboïdes qui, au début, sont situées à l'un des pôles de l'œuf, puis tout en se divisant, elles s'étendent peu à peu à sa surface. Avant que l'œuf soit complètement entouré de ces cellules, il se produit au pôle, où le fractionnement a commencé, un épaississement interne renfermant les éléments du mésoderme et de l'endoderme. Ces éléments proviennent suivant l'auteur de l'ectoderme et du mésoderme. Lorsque le feuillet ectodermique forme une enveloppe autour de l'œuf, c'est-à-dire un véritable blastoderme, les éléments mésodermiques et endodermiques sont déjà plus nombreux ; ils le sont surtout dans la partie de l'œuf d'où proviendra la bandelette ventrale. Celle-ci une fois terminée s'épaissit en un point qui devient la tête de l'embryon ; à ce moment, la partie opposée ou abdominale de la bandelette primitive se recourbe sur le dos. Entre les deux régions céphalique et abdominale, il existe, pendant un certain temps de la vie embryonnaire seulement, au-devant de la partie céphalique un organe formé d'éléments arrondis. Lorsque cet organe a disparu, le blastoderme s'invagine du côté dorsal comme cela a lieu chez les Isopodes, en même temps la segmentation de la bandelette ventrale commence ; cette segmentation se manifeste d'abord dans la partie céphalique, puis se poursuit dans la région abdominale. Avant de démontrer ces derniers stades, l'auteur mentionne l'apparition d'une seconde membrane, d'une cuticule blastodermique située au-dessous du chorion et qui provient suivant lui de l'ectoderme. Il décrit aussi certains noyaux intra-vitellins qui, s'entourant de substance vitelline, émigrent à la

surface de l'œuf et contribuent à la formation de l'entoderme. Pour résumer, l'auteur établit un rapprochement entre le développement des Cumacés et celui de certains Isopodes, entre autres de celui de l'*Oniscus*.

M. le D[r] Arnold LANG parle sur *l'anatomie comparée des organes excréteurs des vers.*

Il cherche à prouver que les organes de l'excrétion des Plathelminthes et en particulier ceux des Tricladées constituent le point de départ pour ceux de la plupart des vers supérieurs. Chez les Annélides et chez *Dinophilus*, les ouvertures segmentales du rein des Tricladées se sont conservées, mais les canaux longitudinaux ont redisparu. Chez *Dinophilus*, les extrémités internes des organes segmentaires présentent encore les cellules vibratiles qui sont caractéristiques pour les Plathelmintes, tandis que chez les Annélides des cellules de ce genre se forment bien pendant le cours du développement, mais sont ensuite remplacées par ce que l'on nomme des entonnoirs vibratiles béants. Ces derniers ne sont pas les homologues des cellules vibratiles, mais doivent bien plutôt se considérer comme des formations phylogénétiquement nouvelles qui prennent naissance dans des blastèmes, originairement distincts de ceux des organes segmentaires. Les canaux longitudinaux des Plathelminthes se retrouvent comme organes de transition éphémères dans l'ontogénie du *Polygordius;* chez *Laniæ conchilega* ils persistent même jusque chez l'adulte, d'après les observations de Meyer. Chez les Rotifères, ce sont sans doute les canaux longitudinaux et les cellules vibratiles des Plathelminthes qui se sont conservées, mais les orifices segmentaires se sont perdus.

M. V. Fatio : *Les Corégones de la Suisse.*

L'étude des Corégones est certainement l'une des plus difficiles en ichthyologie ; cela tout particulièrement dans un pays qui, comme la Suisse, grâce à la diversité de ses conditions locales, présente, chez ces poissons, autant de formes que de lacs différents. Admettant une origine marine probable aux espèces de ce genre qui compte une foule de représentants dans les eaux tant douces que salées des régions septentrionales de notre continent, on se demande quelle part faire aux circonstances et aux influences de milieux dans l'importance des caractères divers qui, aujourd'hui, sont le propre de nos Corégones dans les différents lacs où ils sont emprisonnés depuis des siècles.

Abstraction faite des importations récentes de Corégones lacustres étrangers : *C. mareana* (Bloch) Allem. sept. et *C. albus* (Lesueur) Amér. sept. dans plusieurs de nos lacs, ceux de la Haute-Engadine en particulier, à 1800 mètres environ, importations dont on ne peut encore apprécier les résultats, la Suisse possède actuellement des poissons de ce genre dans seize de ses lacs, tous au nord des Alpes et au-dessous d'un niveau de 600 mètres : les lacs de Constance, Zurich, Wallenstadt, Pfeffikon, Greifen, Zoug, Lucerne, Sempach, Halwyll, Baldegg, Thun, Brienz, Neuchâtel, Bienne, Morat et Léman. Le lac de Brienz, à 564 mètres, est jusqu'ici l'habitat le plus élevé dans notre pays.

Ces seize lacs comprennent 24 ou 25 formes de Corégones qui diffèrent plus ou moins par leurs caractères biologiques, morphologiques et anatomiques. La plupart hébergent deux ou trois formes ; le lac de Constance, parmi les grands, tient le maximum avec quatre, le Léman le minimum avec deux. Quatre ou cinq des plus petits semblent ne posséder qu'une forme, peut-être importée

autrefois et qui, avec le temps, a plus ou moins dévié du type qui l'avait fournie. Dans presque tous les lacs d'une certaine dimension, on observe, en Suisse, entre les Corégones de taille relativement grande, une forme qui fraye au bord en arrière-automne et une forme qui fraye au fond en hiver. Le seul lac de Zurich fait exception à cet égard, tous ses Corégones frayent dans le profond.

Souvent cette divergence d'allures s'accorde avec des différences de caractères assez accentuées pour permettre de distinguer facilement les diverses formes d'un même lac. Toutefois, on ne sait trop quelle importance attacher à ce fait, quand l'on voit qu'aux mêmes allures différentes correspondent, dans d'autres bassins, d'autres caractères ; si l'on remarque en particulier : d'un côté, que les *Palées* de Neuchâtel qui frayent les unes au bord, les autres au fond, à des époques bien différentes, ne diffèrent cependant pas notablement ; de l'autre, que les *Blaalige* de Zurich, quoique frayant tous au fond, à des époques peu distantes, présentent pourtant deux formes assez distinctes.

L'époque et le lieu de ponte peuvent être influencés par des questions d'âge, d'alimentation plus ou moins riche, de configuration et de revêtement du fond et des rives et de température, varier même passablement sur les deux rives d'un même lac. Il y a des Corégones qui frayent dans les lacs suisses depuis la mi-juin, avec le *Weissfisch* à Lucerne, jusqu'en février et mars, avec la *Féra*, dans le Léman. Les différences de robusticité ou de ténacité à la vie, qui ont une importance pratique pour l'élevage et les transports, ne tiennent, à leur tour, qu'aux conditions d'habitat et de pêche, à la profondeur à laquelle le poisson a été capturé, soit aux changements plus ou moins brusques de la pression exercée sur la vessie

aérienne du poisson. Les Corégones pris au bord ou dans un petit fond peuvent être conservés vivants, ainsi les *Gravenches* du Léman, les *Balchen* de plusieurs lacs et autres ; ceux que l'on retire des grands fonds arrivent par contre généralement morts ou mourants à la surface, ainsi la *Féra* et bien d'autres et tout particulièrement l'*Edelfisch* du lac des Quatre-Cantons qui, capturé à quelques cents mètres, arrive à la surface gonflé et dur comme un morceau de bois.

Les caractères morphologiques et anatomiques, dans la discussion desquels nous ne pouvons suivre ici l'auteur, varient également à l'infini, avec les mêmes conditions qui influent sur les mœurs et allures du poisson, sans qu'il y ait cependant une concordance constante dans la direction des modifications obtenues dans des bassins différents. Chaque lac a, pour ainsi dire, son ou ses types, avec un certain nombre de traits distinctifs que l'on retrouve difficilement ailleurs dans le même assemblage.

Aucun des caractères invoqués jusqu'ici ne présente assez de constance pour pouvoir servir partout et toujours à distinguer des formes différentes, et ce n'est que dans un certain concours de traits distinctifs divers et plus ou moins accusés que l'on peut trouver des analogies susceptibles de dicter des rapprochements motivés.

Si l'on suit la voie récemment ouverte par le Dr Nüsslin qui a étudié, au point de vue des dents branchiales, quelques-uns de nos Corégones, on se laisse facilement entraîner à créer, sur un caractère assez variable, une foule d'espèces nouvelles très discutables ; si, par contre, en se basant principalement sur les dispositions de la bouche et les proportions du pédicule caudal, on veut, à l'imitation de Siebold, Günther et autres, réduire par trop le nombre des types, on opère forcément bien des rap-

prochements que ne justifient pas d'autres caractères peut-être plus importants.

La comparaison avec divers Corégones du nord a permis au Dr Fatio de reconnaître certaines analogies d'un assez grand poids dans la question spécifique. Quelques-unes des formes suisses peuvent être rattachées à des types septentrionaux, d'autres, que l'on doit aujourd'hui considérer comme plus exclusivement alpines, trahissent plus difficilement leurs liens de parenté. Le *Blaalig* du lac de Zurich, par exemple, rappelle énormément, moins la taille qui tient beaucoup aux proportions du bassin et à la richesse des eaux, la grande Maraene (*C. Maraena*, Bloch), des lacs de Prusse ; tandis que la *Bondelle* du lac de Neuchâtel présente un facies tout particulier que l'on ne peut guère retrouver parmi les nombreuses prétendues espèces du nord encore trop imparfaitement connues dans leurs diverses variétés, pas même chez le *C. Albula* dont on a essayé de la rapprocher.

En somme, on peut distinguer d'une manière générale, en Suisse, trois groupes principaux de formes fortes et épaisses, moyennes et élancées ou petites et fusiformes, se différenciant par un certain nombre de caractères anatomiques, bien tranchées dans leurs extrêmes et cependant plus ou moins reliées par des degrés transitoires portant, dans des conditions diverses, tantôt sur l'un, tantôt sur l'autre de leurs différents traits distinctifs. Si l'on prend, comme exemples, les *Balchen* de plusieurs lacs du centre, Thun, Brienz, Lucerne et Zoug, le *Blaufelchen* du lac de Constance à l'est, et la *Bondelle* du lac de Neuchâtel à l'ouest, l'on pourra grouper plus ou moins autour de ces types, ou ranger entre eux, toutes les autres formes de nos lacs gratifiées partout de noms différents et dans la nomenclature desquelles nous ne saurions entrer ici.

Seule une discussion comparée des caractères et des conditions de milieu peut permettre de décider, dans ce mélange confus, qui sera espèce et qui sous-espèce ou variété. C'est ce que les longues et persévérantes recherches du Dr Fatio nous promettent, dans le prochain volume de sa Faune des Vertébrés de la Suisse.

M. H. Fischer-Sigwart, de Zofingue, parle *de l'habitat et des métamorphoses de l'Alytes obstetricans.*

Il y a 12 ans, les données relatives à l'extension de cette espèce en Suisse étaient très insuffisantes. M. le Dr Victor Fatio dans sa belle « Faune des Vertébrés de la Suisse » ne cite que les cantons de Vaud, Neuchâtel, Soleure, Berne, Saint-Gall, Appenzell et Zurich. M. Fischer a reconnu que les crapauds accoucheurs sont abondants près d'Aarburg, à Olten, dans le Suhrenthal, à Staffelbach et ailleurs. D'autres observateurs indiquent diverses localités des cantons d'Argovie, de Lucerne et de Bâle. En somme l'espèce paraît n'être pas rare dans toute l'étendue du plateau qui s'étend des Alpes au Jura.

Les exemplaires observés par M. Fischer proviennent d'un vieux mur démoli près d'Aarburg. Gardés en captivité dans un terrarium, il se trouva à la fin d'avril que deux mâles portaient des cordons d'œufs. L'un portait 20 œufs, l'autre un peu plus de trente. L'accouplement doit avoir eu lieu assez rapidement et pendant la nuit. Les cordons se dessèchent bientôt après avoir été enroulés autour des jambes de l'animal, tout en conservant une certaine élasticité, et les œufs forment une grappe qui entoure les cuisses et la partie postérieure du corps. Les œufs ont 4 à 5 mm. de diamètre ; ils étaient jaunâtres, mais tournèrent au brun vers la fin de mai, époque à laquelle dans les œufs les têtards commencèrent à présenter des

mouvements. Les mâles devinrent inquiets et négligeaient de se cacher le jour. Ils cherchaient évidemment un endroit favorable pour se défaire de leurs œufs. Le 6 juin, les mouvements des larves étaient très vifs et quelques œufs déjà vides; le paquet d'œufs fut détaché de son porteur et mis dans l'eau. Plusieurs têtards éclorent aussitôt pour tomber au fond de l'eau, enroulés sur eux-mêmes comme ils l'étaient dans l'œuf. Mais bientôt ils commencèrent à nager et à se redresser. Tous les essais tendant à élever des œufs prématurément arrachés à leur porteur ont échoué, soit qu'on les ait tenus dans l'eau, ou dans la mousse humide, etc., dans les conditions apparemment les plus favorables. Il en résulte qu'ils sont couvés par la chaleur de l'animal, si faible soit-elle.

Les têtards, au moment où ils venaient d'éclore, mesuraient 16 à 17 millimètres, dont 5 reviennent à la tête ovale, allongée. Leur couleur était jaunâtre et *ils avaient déjà perdu leurs branchies externes.* Ils traversent donc déjà dans l'œuf la première période de leur existence à l'inverse de ce qui s'observe chez les autres amphibiens de notre pays. Leur croissance est d'abord rapide, mais se ralentit bientôt et dura dans l'aquarium jusqu'au milieu de juillet de l'année suivante. Surtout pendant l'hiver, la croissance se réduisit à un minimum malgré l'abondance de nourriture. En octobre, les têtards mesuraient 55 millim., en mars de l'année suivante, 65 mm., la plus grande longueur, à partir du 16 mai, 76 mm., dont 25 appartenaient à la tête. Ils se nourrissent d'algues, rongent un peu le pain, mais préfèrent à tout autre nourriture de la chair en putréfaction, des limaçons et des vers de terre pourris; c'est cette nourriture qui leur profite le plus.

C'est le 14 juin de la 1re année que la limite entre la

tête et le corps se marqua par une légère incisure. La paroi du ventre est épaisse et noire et ne laisse pas voir les intestins comme chez la grenouille et le crapaud ordinaires. Plus tard il devient blanchâtre, parsemé de taches à éclat métallique, bronzées ou dorées. En arrière de la bouche se trouve une tache blanche suivie d'un bourrelet qui se continue dans la nageoire. L'œil avec son iris à reflets métalliques est visible dès le début. Le 8 septembre de la 1re année les pattes de derrière commencèrent à se montrer sous forme d'appendices grêles qui restèrent dans cet état jusqu'au commencement de mai de l'année suivante. Ces têtards sont assez robustes ; ils peuvent passer 24 heures dehors de l'eau sans inconvénient. Un exemplaire qui était tombé à terre d'une hauteur de 2 mètres et dont les yeux s'étaient aussitôt injectés de sang se trouva complètement remis deux jours après.

La métamorphose s'accomplit rapidement lorsque ces larves eurent atteint, le 16 mars 1884, la longueur de 76 mm. qui est énorme pour ces animaux. En deux jours, les extrémités postérieures atteignirent la longueur de 18 mm. et déjà elles aidaient à la natation. L'on voyait à travers la peau les mouvements des bras qui sortaient déjà de 10 mm. le 18 mai. L'un des têtards n'avait pas réussi à sortir tout son bras ; la main restait sous la peau comme quelqu'un qui tient sa main dans son gousset de gilet. La queue se ratatine rapidement et, comme les larves ne prennent aucune nourriture pendant cette période à cause des modifications profondes que subissent leurs organes buccaux, il faut admettre qu'elle leur sert de provision de nourriture. Le 21 mai la forme était celle de l'adulte, sauf la présence d'une queue encore longue de 40 à 50 mm. Le 23 mai, la bouche, les yeux, les deux rangées de verrues dorsales avaient pris la forme que ces

parties présentent chez l'adulte. Après la métamorphose, l'animal ne mange plus que de la proie vivante. La queue se réduit petit à petit à un petit moignon, et le 8 juin l'auteur avait devant lui de petits crapauds semblables aux parents, sauf pour la taille qui n'atteignait que 24 mm. Voici du reste un tableau contenant quelques-uns des chiffres obtenus dans les mensurations :

DATE	Longueur totale.	Longueur de la tête.	Largeur de la tête.	OBSERVATIONS
1883	mm	mm	mm	
Avril (fin)	....	....	....	Éclosion.
Mai 31	17	5		
Juin 4	25	10	7	
» 14	32	12	8	Incisure latérale à la tête.
» 20	35	14	8	
Juillet 5	35	12	9	Bouche large de 4 mm. Yeux avec iris doré.
» 23	37	14	9	
Août 26	40	15	10	
Sept. 8	50	20	14	Première apparition des membres postérieurs.
Octob. 12	55	22	13	
Nov. 25	56	22	14	
Déc. 6	58	22	14	
1884				
Janv. 11	60	22	15	
Févr. 5	60	22	15	
Mars 27	68	25	16	
Avril 17	70	25	16	Membres postérieurs encore comme en septembre.
Mai 16	76	25	20	Saillies à l'endroit des membres antérieurs, membres postér. long de 18 mm., métamorphose rapide.
» 19	72	22	....	La tête du têtard a pris la forme du crapaud.
» 21	70	20	....	Jambe 27 mm., bouche large comme la tête, métamorphose accomplie.
» 30	40	22	15	
Juin 2	30	22	15	Moignon caudal recourbé vers le bas.
Juillet 13	25	25	16	Tout à fait développé; petite verrue à l'endroit de la queue; se nourrissent à la manière des crapauds.

NB. — Les mesures ont été faites sur des exemplaires différents, ce qui explique les irrégularités de la progression.

Il résulte de ces observations : 1° Que le développement du crapaud accoucheur depuis la sortie de l'œuf jusqu'à la fin de la métamorphose dure dans nos climats plus d'une année. — 2° Que les œufs sont colportés par le mâle pendant un mois entier ou même davantage et ne peuvent être élevés quand on les a détachés de leur porteur avant leur maturité. — 3° Que les têtards quittent l'œuf à un état de développement beaucoup plus avancé que ce n'est le cas des autres Amphibiens du pays. — D'après les observations de L'Isle le développement de cette espèce serait plus rapide, M. Fischer ne pense pas que cette différence puisse être attribuée au fait que ses larves se développaient en captivité, mais peut-être à la différence de climat entre les contrées où les observations ont été faites. M. Victor Fatio admet la possibilité d'une seconde ponte en automne. Cette opinion se fonde sur l'état de développement des larves; or comme le développement de celles-ci s'arrête en hiver il n'est pas nécessaire de recourir à cette explication. Chez nous les tétards du crapaud accoucheur hivernent normalement à l'état larvaire.

Dans la discussion qui suit, M. le Dr Keller de Zurich appuie cette dernière opinion.

M. le Dr Asper parle *sur une méthode perfectionnée pour étudier la répartition de la faune pélagique dans les différentes profondeurs de l'eau.* Il se sert à cet effet de plusieurs (jusqu'à présent de 10) filets pélagiques de dimensions absolument pareilles qu'il fixe de 5 en 5 mètres ou de 3 en 3 mètres sur une même corde. Pour obtenir des résultats comparables, l'appareil fut mis en œuvre dans tous les essais pendant le même espace de temps (15 minutes). Il s'est trouvé jusqu'à présent qu'en été (mois d'août),

pendant le jour, la plupart des animaux pélagiques se tiennent à environ 20 mètres de profondeur, mais que cependant *Leptodora* et *Bythotrephes* préfèrent habituellement la profondeur de 5 à 6 mètres. A la tombée de la nuit, tous les membres de la faune pélagique se portent vers la surface du lac, et l'on put démontrer avec ces 10 filets qu'il ne leur fallait pas plus d'une demi-heure pour traverser une couche d'eau épaisse de 20 à 30 mètres. Les essais faits en septembre ont donné jusqu'à ce jour un résultat différent en ce sens que de la profondeur de 40 mètres jusqu'à celle de 2 mètres la faune se trouve répartie d'une manière assez uniforme pendant le jour. M. le Dr Asper a fait ces expériences dans le lac de Zurich, vis-à-vis de Wollishofen.

M. le Dr Imhof rectifie d'abord quelques erreurs dans la traduction de la communication qu'il a faite à la section de zoologie à Zurich en 1883. P. 57 au lieu de « l'on a « trouvé jusqu'à aujourd'hui plus d'Entomostracés que de « véritables animaux pélagiques, » il faut lire : « l'on n'a « pas trouvé jusqu'à présent d'autres animaux que des « Entomostracés comme membres réels de la faune péla- « gique des lacs d'eau douce. » Parmi les nouveaux membres de cette faune le nom d'*Asphanema* est imprimé par erreur au lieu de : *Asplanchna*.

M. le Dr Imhof fait ensuite sa communication *sur les Flagellés en colonies du genre Dinobryon comme membres de la faune pélagique des lacs*. Dans des articles précédemment publiés dans le Zoolog. Anzeiger, il a annoncé deux nouvelles espèces, à savoir *Dinobryon divergens* et *D. cylindricum*. Depuis lors le Dr Imhof a trouvé d'autres formes en-

core dont l'une reçoit le nom de *D. calyculatum*, l'autre *provisoirement* celui de *petiolatum*; il estime que l'identification, tentée par Kent, du *Din. petiolatum* (Dujardin) avec le *Poteriodendron petiolatum* (Stein) n'est pas juste.

La forme des loges de chaque individu et leur arrangement en colonies est tout à fait caractéristique pour les diverses espèces. Des dessins de ces quatre espèces sont mis en circulation. Renvoyant à ses prochaines publications pour la description de ces nouveaux Flagellés, M. Imhof annonce qu'il a trouvé ces espèces de *Dinobryon* dans de nombreux lacs en Savoie : dans la haute Italie, la Suisse, le Tyrol, la haute Bavière, Salzbourg et la Styrie. Il compte bientôt livrer à la publicité ses résultats sur l'extension de la faune pélagique d'après ses propres recherches sur 65 lacs des contrées citées, en même temps que les résultats relatifs à la faune profonde d'un grand nombre d'entre eux.

M. le Dr C. Keller, de Zurich, a parlé *du Kermès de notre pin* dont il distingue, avec Ratzeburg, et contrairement à l'opinion généralement reçue, deux espèces, à savoir *Chermes viridis* et *Chermes coccineus*. Les galles de chacune de ces espèces sont distinctes à première vue. Quant à l'origine même des galles, le phyto-physiologiste Frank a cherché à appuyer l'opinion, émise déjà plus anciennement, que ces excroissances sont le produit de la piqûre des Kermès qui hivernent sur les bourgeons. M. le Dr Keller cite une série de phénomènes qui s'expliquent mal par cette hypothèse, et arrive à la suite de recherches expérimentales à la conviction que l'opinion reçue est mal fondée et que ce sont les larves que l'on doit considérer comme auteurs des galles.

L'extension verticale des Kermès est très grande et atteint la limite supérieure du territoire habité par le pin. Mais dans la région alpine c'est *Ch. viridis* qui semble l'emporter par le nombre.

Les ennemis naturels des Kermès sont les arachnides. Pour le Kermès coccinéen outre les Phalangiens, il faut citer les genres *Tetragnatha*, *Xysticus* et *Micriphantes*. Les principaux ennemis du Kermès vert ont été trouvés dans les genres *Theridium* et *Linyphia*.

M. le professeur F.-A. Forel, de Morges, résume le mémoire *sur la faune profonde des lacs suisses*, qu'il a présenté au concours du prix Schläfli. Il énumère les travaux partiels dus à de nombreux collaborateurs qui, dans les quinze dernières années, ont grandement fait avancer l'étude de l'histoire physique et naturelle du Léman et des autres lacs suisses. Il cite entre autres les travaux hydrographiques du bureau topographique fédéral et de E. Pictet; les analyses du sol des lacs par E. Risler, J. Walter, G. Hochreutiner; les analyses des eaux du Léman par E. Risler, Brandenbourg, Walter, Lossier, etc.; les études sur la pénétration de la lumière par Asper et Fol; les recherches sur la flore par J.-B. Schnetzler, G. Rey, F. Girardet; sur les Diatomées par J. Kübler, J. Brun, Thomas; puis les travaux spéciaux sur la faune profonde du Léman : Poissons, G. Lunel et H. Chatelanat; Insectes, D. Monnier, Osten-Sacken, Ed. Bugnion; Hydrachnides, H. Lebert, G. Haller; Crustacés, Al. Humbert, H. Blanc, H. Vernet, Lutz; Mollusques, A. Brot, S. Clessin; Vers, G. du Plessis, E. Grube, E. Bugnion, L. Lortet, L. Graff; Cœlentérés, du Plessis; Protozoaires, H. Blanc, G. du Plessis. Il cite enfin les travaux sur la

faune profonde des autres lacs subalpins dus à Ph. de Rougemont, G. du Plessis, G. Asper et O. E. Imhof.

Sur un seul point l'auteur a à corriger les faits et théories développés dans ses précédents discours (actes de Schaffhouse et actes de Coire). C'est sur l'origine des Gammarus et Asellus aveugles de la région profonde des lacs; il les attribuait autrefois à des émigrés directs de la faune littorale, qui, pénétrant dans un milieu sans lumière, y auraient perdu l'organe visuel et le pigment; aujourd'hui, de nouvelles recherches lui montrent que ces Crustacés aveugles descendent d'animaux cavicoles, d'animaux déjà différenciés dans les eaux souterraines et obscures de la terre ferme.

Médecine.

Président : M. le professeur Wilhelm His.
Secrétaire : M. le professeur Luchsinger.

M. His présente réunis dans une planche les dessins de 25 embryons humains, formant une série continue de 2 jusqu'à 23^{mm} de longueur. Les figures, étant dessinées au même grossissement de 5, permettent de suivre les changements de la grandeur absolue et relative, en même temps que ceux de la forme.

M. His donne quelques indications sur l'âge des différents stades. Comme point de départ, il s'agit de fixer le moment de l'imprégnation, à savoir le moment où le spermatozoïde s'unit à l'œuf. Tout porte à croire que l'œuf des mammifères, ainsi que celui des oiseaux, ne peut subir l'imprégnation qu'immédiatement après sa sortie de

l'ovaire et qu'il est attendu dans ce cas par des spermatozoïdes, qui peuvent chez la femme avoir séjourné un nombre indéfini de jours ou même de semaines dans la partie terminale des trompes.

La sortie de l'œuf peut, d'après des observations modernes, précéder la période d'un, de deux, ou même de trois jours ; donc le calcul de l'âge des embryons n'ayant d'autres points de départ que les termes de la période, sera exposé à une inexactitude de 2 à 3 jours.

En comparant les calculs, faits pour un certain nombre d'objets, M. His arrive à la conclusion que, pour certains embryons, le terme de la dernière période effective, pour d'autres le terme de la première non avenue, marque le commencement du développement.

Un embryon normal et bien conservé qui arrive, par exemple, 7 semaines après la dernière période peut dans un cas avoir l'âge de 7, dans un autre de 3 semaines. Les différences de grandeur et de formation seront décisives pour l'une ou l'autre des deux possibilités et il n'y aura pas lieu de s'y tromper. Par là s'explique le fait que l'imprégnation d'un œuf peut arrêter l'hémorragie, quand elle en précède le terme de 3 ou de 2 jours, mais qu'elle ne l'arrêtera pas si elle coïncide plus ou moins avec ce terme.

En adoptant ces données, M. His fixe l'âge approximatif des embryons de 2 à 2 $^{1}/_{2}$^{mm} de longueur totale à 12 à 15 jours. Entre 2 $^{1}/_{2}$ à 3 semaines, ils auront 3 à 4^{mm} de longueur. Arrivés à cette grandeur les embryons se courbent en C et la longueur maximale passe par l'angle cervical (longueur cervicale). A l'âge de 4 semaines les embryons ont une longueur cervicale de 7 à 8^{mm}; avec 5 semaines ils arrivent à 13 ou 14^{mm}, avec 6 se-

maines à 15 ou 16, avec 7 semaines à 17 ou 18 et, au bout du second mois, à 20 ou 23^{mm}. A partir de la 5me semaine la courbure du corps diminue, la tête commence à se relever, la partie sacrale et coccygienne à se baisser.

A la fin du premier mois, la tête possède une forme allongée, le diamètre axial dépasse de beaucoup le diamètre antéro-postérieur, en même temps le bord dorsal est plus long que le bord facial. Vers 6 à 7 semaines, le profil de la tête est devenu presque carré, le diamètre axial reste même au-dessous du diamètre antéro-postérieur. En comparant la première forme à la seconde, il est facile de constater que la partie frontale de la tête a beaucoup gagné en développement relatif, pendant que la face et la partie occipitale sont restées en arrière et qu'elles ont subi un raccourcissement, plus prononcé encore pour l'occiput que pour la face.

Ces changements de forme tiennent en premier lieu au développement du cerveau, dont la partie antérieure (hémisphères) s'est agrandie d'une manière notable, pendant que la partie qui entoure le sinus rhomboïdal s'est considérablement raccourcie, ensuite d'une forte inflexion du tube médullaire (inflexion correspondant au pont de Varole).

Le raccourcissement de la face est en relation avec un changement de position, que subissent les arcs viscéraux. En glissant l'un sur l'autre, le troisième arc vient couvrir le quatrième, le second, le troisième et le premier ou l'arc mandibulaire couvre en partie le second. A la fin de la quatrième semaine la première fente viscérale se trouve à une grande distance de l'origine de l'extrémité supérieure; vers le commencement de la sixième semaine elle est reculée jusqu'au point de se trouver presque au-dessus de l'épaule.

M. le Dr C. Hoffstetter présente une communication *sur les transplantations de la peau.*

Après une introduction sur les causes des destructions de la peau qui peuvent appeler l'intervention chirurgicale, sur la manière dont ces défauts se guérissent par la méthode conservative, les conditions nécessaires à une guérison quelconque, l'orateur expose les méthodes employées jusqu'à ce jour pour amener la guérison des plaies par enlèvement de la peau, et insiste tout particulièrement sur la différence entre la *Plastique au sens strict* et la *transplantation,* au triple point de vue de l'indication, de la possibilité d'emploi et du succès de l'opération.

Passant ensuite au procédé du professeur J. Reverdin, l'orateur en expose les avantages et les inconvénients et parle aussi des essais des ophtalmologistes modernes consistant à transplanter d'un seul coup de grands morceaux de peau pour couvrir rapidement de grandes plaies et éviter autant que possible les dérangements fonctionnels qui résultent de la formation des cicatrices ; il rappelle les règles formulées à cet égard par Wolfe. Enfin le Dr Hofstetter donne la description de sa propre méthode, appliquée jusqu'à présent sur onze cas.

Cette méthode consiste à enlever la peau sur une partie saine du corps (le côté externe du bras est un des endroits les plus convenables) en bandes de 1 cent. de largeur sur 10 à 15 centim. de longueur, de façon à laisser intact autant que possible le tissu conjonctif sous-cutané. Plongées dans une solution, chauffée à la température du corps, de : chlorure de sodium 6 gr., carbonate de soude 1 gr., eau distillée 1000 gr., les bandes de peau y sont soigneusement nettoyées de tous caillots de sang, de tous lambeaux de tissu conjonctif sous-cutané ; puis on les

divise en morceaux d'un centimètre carré de superficie et les place sur la plaie ou sur la surface à granulations, de telle façon que les morceaux ne soient séparés les uns des autres que par des espaces de tout au plus 0,3 centim. Avant la transplantation, la surface à recouvrir a été lavée avec de l'acide phénique à 2 °/₀; après que toute la surface a été couverte de greffes de la manière indiquée, on la saupoudre avec de l'iodoforme pulvérisé, la recouvre de bandelettes de Lister à l'onguent d'acide borique, et fixe le tout à l'aide d'ouate salicylée et de bandes de gaze apprêtée. Au bout de trois jours, on renouvelle soigneusement le bandage; après 10 à 14 jours, toute la plaie doit être recouverte de peau.

Les 11 cas opérés de la manière indiquée se répartissent comme suit: 5 ulcères variqueux de la jambe, 2 suppurations de la bourse de la rotule suivies de nécrose de la peau, 1 phlegmon sous-cutané de la cuisse à la suite d'une fracture compliquée de la jambe, 2 ablations totales du sein avec peau et tissu adipeux à cause de carcinômes, enfin un cas de nécrose de la peau du dos de la main entre le 1er et le 2d métacarpien, survenue à la suite d'une coupure traitée par le perchlorure de fer. La plus grande de ces plaies mesurait 8 cent. sur 13 et fut recouverte de 60 cent. carrés de peau en 36 morceaux. La plus petite était triangulaire, longue de 6 cent. et large de 4 cent.; elle fut recouverte avec 12 cent. carrés de peau en 9 morceaux.

A l'appui de ses doctrines, le Dr Hofstetter communique une série d'observations de malades qui ne sauraient trouver place dans cet extrait.

M. le professeur Max Flesch (Berne) parle de *la courbure nucale de la moelle épinière.*

Il montre des dessins de préparations faites à son instigation par M. Ebeling, étudiant en médecine, de Francfort s/M. La moelle des mammifères présente une courbure constante au point de passage entre les régions cervicale et dorsale, courbure qui présente sa convexité du côté ventral et répond à celle de la colonne vertébrale. Elle se voit beaucoup plus facilement que la courbure en sens inverse de la région dorsale sur des moelles de chat, de lapin, de cobaye et surtout de chauve-souris suspendues par la *queue de cheval* dans le liquide de Müller. Elle n'est pas le simple moulage de la courbe de la colonne vertébrale, car elle se trouve déjà à l'état fœtal, comme le prouve un dessin d'embryon de bœuf. Cette courbure est donc plutôt comparable aux déviations embryonnaires de l'axe de la moelle dans sa partie céphalique qu'à celle de la région dorsale de l'adulte. Un fait semblable a été observé chez des oiseaux et même chez la grenouille. Cette déviation ne dépend pas des enveloppes de la moelle mais est bien l'expression des états de tension propres à la substance médullaire même ; sa cause doit peut-être se chercher dans l'accumulation plus forte de cellules dans le côté ventral de la moelle.

Dans la discussion qui suit, M. le professeur His attire l'attention sur l'identité de cette courbure avec celle qu'il a désignée sous le nom d'excavation nucale.

M. Max Flesch parle ensuite *de la moelle de deux microcéphales en considération surtout des cordons latéraux de Flechsig dans les pyramides.* Il rend compte des recherches faites par Mme Steinlechner sur la moelle de deux micro-

céphales et qu'elle publiera dans une dissertation qui va être remise à l'impression. Le matériel provenait 1° d'un cas de microcéphalie typique (Franz Becker, âgé de 9 ans, de la famille bien connue de Bürglen près d'Offenbach s/M) et 2° d'un cas appartenant à la catégorie des porencéphales (Albert Post, âgé de 6 ans, de Wurzbourg). Comme point de comparaison l'on prit la moelle d'un enfant de 8 ans. Les recherches portèrent sur la moelle cervicale et consistèrent en des mensurations et des numérations faites sur les parties correspondantes. Dans les deux cas, le nombre des fibres nerveuses contenues dans les cordons latéraux des pyramides se trouva très inférieur à l'état normal. La diminution se retrouva, mais à un moindre degré, dans les cordons de Goll et cela surtout chez Post, le moins grave des deux cas. Les cordons cunéiformes et les cordons latéraux du cervelet sont intacts, les parties des cordons antérieurs de Flechsig qui touchent à l'incisure médiane sont réduits chez Becker, mais non pas chez Post. Le nombre des cellules ganglionnaires des cornes antérieures et latérales est réduit, mais la réduction ne porte que sur certains segments. Les mensurations montrent que les cordons latéraux des pyramides, les cordons latéraux et postérieurs sont plus petits qu'à l'état normal, et la réduction porte chez Becker surtout sur les pyramides, chez Post sur les cordons postérieurs. — En conséquence : *sous l'influence d'une défectuosité de haut degré du cerveau antérieur, le développement des cordons des pyramides et des cordons de Goll et à un moindre degré, celui des cordons antérieurs est influencé. Lorsque la défectuosité est poussée très loin (Becker), le développement de la substance grise de la moelle et en particulier celui de ses cellules ganglionnaires est arrêté.*

Le développement d'une partie des éléments de la moelle, tant des fibres qu'à un moindre degré aussi des cellules, est sous la dépendance directe du cerveau antérieur ; mais la région topographique des pyramides comprend aussi des éléments qui sont certainement indépendants du prosencéphale et qui naissent indépendamment dans la moelle ou proviennent de parties du système nerveux situées en arrière du prosencéphale ; cette dernière question attend sa solution d'un examen de la moelle allongée.

M. le professeur Flesch fait encore une communication *sur l'hypophyse du cerveau chez le cheval.*

La portion de cet organe qui est désignée sous le nom de lobe antérieur contient, dans sa partie périphérique, formée de tubes cellulaires groupés sous forme de réseau, des cellules de deux espèces : 1° de gros éléments à granulations grossières, qui se colorent fortement par l'acide osmique, l'éosine, l'indigo, et surtout par l'hœmoxyline appliquée suivant la nouvelle méthode de Weigert ; 2° de petits éléments, moins nettement limités qui ne présentent pas ces réactions. Sous ce rapport, ces deux sortes de cellules ressemblent à s'y méprendre aux deux formes de cellules des glandes tubulaires de l'estomac. Outre le procédé de Weigert, celui de Merkel de coloration double par le carmin d'indigo et le carmin ou borax mérite d'être recommandé pour différencier avec certitude les deux sortes d'éléments. Non seulement les cellules accessoires de l'estomac, mais encore les petites cellules de la partie corticale des glandes surrhénales et, à un moindre degré, les cellules sécrétantes des canalicules urinaires présentent la même coloration que les grands éléments

de l'hypophyse. Cette réaction se retrouve encore la même chez les masses colloïdes qui furent rencontrées dans de petits kystes de l'hypophyse du cheval, dans une zone avoisinant immédiatement le lobe postérieur ; il est sans doute permis d'en conclure que précisément ces grandes cellules sont en rapport spécial avec la production de ces masses colloïdes. — Chez le chien, l'organe entier consiste peut-être exclusivement en tubes ou en trabécules réunis en réseau et formés de grosses cellules ; si les petites cellules sont présentes, elles ne peuvent l'être qu'en bien petit nombre ; l'énorme développement du réseau vasculaire est frappant en comparaison de la pauvreté vasculaire de l'organe du cheval. En ce qui concerne l'homme, l'orateur n'a examiné que l'hypophyse d'un enfant. Ici les grosses cellules se trouvent surtout dans les parties des régions latérales voisines de la surface. En tout cas la découverte de ces structures, semblables à celles des glandes sécrétantes, tend à placer l'hypophyse parmi les organes productifs du corps dans un sens analogue à ce qu'a montré l'expérience de Kocher relative aux suites de l'extirpation de la glande thyroïde.

M. le professeur LUCHSINGER parle *sur une nouvelle méthode pour l'étude physiologique de l'Utérus.*

Pour éviter autant que possible toute excitation externe, l'animal mis en expérience (un lapin) est plongé jusqu'au cou dans un bain d'eau salée portée à la température du corps et, alors seulement, le ventre est ouvert par une grande incision suivant la ligne blanche.

L'utérus, mis ainsi à découvert, ne présente aucune trace des mouvements rythmiques que Kronecker désigne comme normaux dans une série de travaux, mais reste

tout au contraire à l'état de repos absolu. Un mouvement continu de l'utérus serait du reste une disposition sans aucun but. Il faut donc attribuer à des conditions anormales d'expérimentation les résultats obtenus par Kronecker. Cet auteur s'est servi de la méthode graphique; l'utérus était relié à un manomètre à mercure sur lequel l'organe ne pouvait avoir d'action qu'à la condition d'être lui-même soumis à une certaine tension. Mais il y a longtemps que l'on sait que la tension mécanique est un excitant fonctionnel puissant et cela sur les organes les plus divers, le cœur, l'urètre, les veines animées de pulsations de la membrane de l'aile des chauves-souris. La contraction qui s'en suit est aussi conforme que possible à son but qui est de chasser la cause de l'excitation, c'est-à-dire le contenu qui exerce une pression.

De fait, l'utérus resté jusque-là dans un état de repos complet ne commence les mouvements rythmiques que Kronecker prend pour normaux, qu'au moment où l'on y introduit l'eau salée chaude sous une pression de 5 à 10 cm. d'eau, à l'aide d'une canule ligaturée. Aussitôt que la pression qui met l'organe à l'état de tension vient à cesser, il revient rapidement à l'état de repos.

M. le professeur Miescher (Bâle) parle *sur la migration des substances dans le corps animal.*

Il donne un aperçu des faits connus jusqu'à présent, qui, dans leur ensemble, donnent la preuve frappante que le saumon du Rhin tire des tissus vivants de son propre corps, à savoir presque exclusivement des muscles latéraux du tronc, les substances nécessaires au développement énorme de son ovaire. Cet organe absorbe de juillet jusqu'au commencement de novembre en moyenne

20 °/₀ du poids de l'animal et, dans ce chiffre, les corps albuminoïdes figurent pour 28 °/₀. Le phénomène a lieu pendant le séjour de ce poisson dans les eaux douces, temps pendant lequel il ne prend aucune nourriture quelconque.

Les preuves fournies déjà en 1880[1] sont encore mieux établies par les observations et les analyses de tissus faites depuis cette époque. D'après la théorie proposée alors, la condition essentielle pour le passage d'albumine organisée d'un tissu dans les liquides nourriciers (liquation) se trouve dans une respiration intersticielle insuffisante, de telle façon que les muscles du tronc étant les moins vascularisés de tous sont aussi les plus exposés à la perte de leur substance. Cette théorie trouve un appui dans de nouvelles observations sur les conséquences d'une invasion en masse de sangsues (*Piscicola respirans*); les animaux infestés de ces parasites présentent une anémie excessive, des ulcérations torpides semblables à celles du décubitus, des nécroses, et une dégénérescence poussée à l'extrême des muscles du tronc. Bientôt survient un amaigrissement considérable, car l'ovaire croissant encore lentement au commencement de l'été ne peut consommer les masses d'albumine d'organes à mesure qu'elles sont liquéfiées, en sorte qu'elles subissent bientôt une décomposition analogue à celle de l'excès d'albumine absorbée après un copieux repas.

Un fait remarquable et observé à diverses reprises est l'augmentation de volume du foie (jusqu'à 2 et 2 ¹/₂ fois le volume normal) qui se produit pendant l'apogée de

[1] Collection bibliographique suisse pour l'exposition internationale des pêcheries à Berlin en 1880 (ne se trouve pas dans le commerce).

cette maladie, comme si l'albumine jetée des muscles du tronc dans le torrent circulatoire (liquidifié) se déposait momentanément dans le foie peut-être pour y être en majeure partie décomposé.

De nombreuses expériences faites par M. Miescher pendant ces dernières années à diverses saisons sur la composition du sang jettent une vive lumière sur la théorie de la migration des matières dans le saumon du Rhin. Tandis que la richesse en hémoglobine ne subit pas dans la règle de modification essentielle, celle du sérum sanguin en globuline, corps albuminoïde très voisin de la myosine des muscles, augmente considérablement du printemps jusqu'à la fin de l'été et atteint son maximum au moment de la plus grande croissance absolue de l'ovaire. A l'inverse donc des phénomènes qui se passent dans les graines en germination, les corps albumineux chez le saumon ne sont pas décomposés en amidoacides, mais se transportent au contraire à l'état où ils se trouvent et sous une forme aussi peu modifiée que possible.

(A suivre.)

BULLETIN SCIENTIFIQUE

CHIMIE

CH. RIS ET A. WEBER. DÉRIVÉS DE LA β DINAPHTYLAMINE. (*Berichte*, XVII, p. 197. Zurich.)

Les auteurs ont nitré la β dinaphtylamine ; le dérivé binitré cristallise en feuilles fusibles à 224° et le dérivé tétranitré forme de petits grains fusibles vers 285°.

HEINRICH GOLDSCHMIDT. NITROSOPHÉNOLS. (*Berichte*, XVII, p. 213. Zurich.)

La benzoquinone traitée par l'hydroxylamine en dissolution chlorhydrique donne la benzoquinoxime $C_2H_5NO_2$ qui est identique avec le paranitrosophénol, et la β naphtoquinone donne un nitrosonaphtol, ce sont des aiguilles jaunes fusibles à 152°, qui traitées de nouveau par l'hydroxylamine donnent un anhydride, $C_{10}H_7NO_2$ devient $\left.\begin{array}{l} C_6H_4 - C = N \\ | \\ C_2H_2 - C = N \end{array}\right> O$ aiguilles fusibles à 78°, insolubles dans les alcalis.

Le nitrosonaphtol obtenu paraît être identique à celui de Fuchs, mais puisqu'il réagit avec l'hydroxylamine il est probable que ce n'est pas un naphtol mais une kétone.

G. LUNGE. ACTION DE LA CHAUX, DE LA MAGNÉSIE ET DE LA SOUDE SUR LES SELS AMMONIACAUX ET LES AMINES ORGANIQUES. (*Dingler. J.*, 251, p. 36. Zurich.)

Avec un excès de base l'ammoniaque est chassée de ses

combinaisons dans le même temps, quelle que soit la base, mais si le chlorhydrate d'ammoniaque est en excès, après 3 heures de chauffe, la soude et la chaux chassent leur équivalent d'NH_3, tandis que même au bout de 5 heures la magnésie ne chasse que 85 % de la quantité théorique d'NH_3.

René Bohn et K. Heumann. Réactions des azophénols. (*Berichte*, XVII, p. 272. Zurich.)

Le dérivé sulfoné du p. azophénol nitré, donne le 1, 2, 4 dinitrophénol fusible à 113°-114°, le groupe sulfoné est éliminé.

L'o-azophénol fusible à 171°, nitré, donne de l'acide picrique. Le chlore agit sur le p. azophénol dissous dans l'acide acétique et donne du trichlorphénol fusible à 67°-68°. L'o-azophénol traité de même, n'élimine pas son azote et l'on obtient du trichlor-o-azophénol.

W. Michler et H. Pattinson. Tétraméthylbenzidine. (*Berichte*, XVII, p. 115. Zurich.)

En oxydant par le peroxyde de plomb la diméthylaniline dissoute dans l'acide sulfurique, on obtient la tétraméthylbenzidine $(C_6H_4N(CH_3)_2)_2$ fusible à 195°, cette base est identique avec celle que les auteurs ont préparée directement en traitant la benzidine dissoute dans l'alcool méthylique, par 5 molécules d'iodure de méthyle; l'iodure d'ammonium de la base qu'on obtient de cette manière est décomposé en le chauffant avec de la chaux sodée pour obtenir celle-ci. L'iodure d'ammonium de la tétraméthylbenzidine fond à 263°.

Le dérivé binitré de la tétraméthylbenzidine s'obtient en traitant la base en solution chlorhydrique par le nitrite de soude, ce sont des aiguilles fusibles à 188°. Le dérivé biamidé cristallise en feuilles fusibles à 168°, donnant avec le chlorure de fer et l'acide chlorhydrique une coloration violette.

C. Græbe. Synthèse de l'anthraquinoline. (*Berichte*, XVII, p. 170. Genève.)

M. Græbe a déjà obtenu de l'anthraquinoline en chauffant du bleu d'alizarine avec de la poussière de zinc et lui avait donné comme formule constitutionnelle

```
       H               H
       C               C
     =\     H        /\\
  HC    C — C — C       CH
  |     ||      ||      |   N
  HC    C — C — C       C/   \\
    \\/     H      \   //      CH
     C               C         /
     H                \CH=CH
```

qui paraît maintenant prouvée par le fait qu'il a obtenu la même base en chauffant ensemble de l'anthramine, du nitrobenzol, de la glycérine et de l'acide sulfurique; le groupe amidé étant à la même place dans l'anthramine que l'azote dans le bleu d'alizarine.

BOTANIQUE

J. Vetter et W. Barbey. Notes botaniques sur le bassin de l'Orbe. (*Bull. Soc. Murithienne du Valais*, 11me fascicule.)

Compte rendu d'explorations dans les environs d'Orbe (Vaud). Les auteurs ont observé dans les champs du bord de l'Orbe un certain nombre d'espèces nouvelles pour la flore suisse et originaires pour la plupart de la Russie méridionale, par exemple *Sisymbrium columnæ* Jacq., *Brassica elongata* Erh., *Alyssum Wierzbickii* Heuffel, *Vicia villosa* Roth, *Vicia pannonica* Jacq., etc. Ces plantes étrangères proviennent, vraisemblablement des criblures des moulins d'Orbe. Leur apparition n'est-elle qu'accidentelle ou sont-elles naturalisées là où elles ont été recueillies? M. M.

W. Barbey. La grève de Versoix près Genève. (*Bull. Soc. Murithienne du Valais*, 12me fascicule.)

L'auteur de ces lignes a voulu consacrer un souvenir à une station botanique des plus intéressantes et que des travaux de construction récents ont fait disparaître. En effet, la grève du lac de Genève, près de l'embouchure de la Versoix, hébergeait au milieu d'un grand nombre d'espèces caractéristiques des régions littorales, des plantes particulièrement intéressantes: *Elatine hexandra DC.* seul représentant de la famille des Élatinées en Suisse; la station de Versoix étant unique, cette famille doit être rayée de la flore helvétique.

Duriœa Reuteri Mont. hépatique d'un genre qui n'a qu'un autre représentant en Algérie (*Duriœa helicophylla* Bovy et Mont.). Le Duriæa Reuteri n'ayant jamais été recueilli ailleurs qu'à Versoix peut être compté au nombre des espèces disparues. Elle avait été découverte par notre regretté compatriote Reuter. M. M.

J. Jæggi. Die Wassernuss, Trapa natans L. und der Tribulus der alten. (Zurich 1883.)

Dans ces quelques pages, l'auteur, sans prétendre exposer des observations nouvelles, présente une étude complète du *Trapa natans.* Après avoir décrit le type et ses variétés, il passe en revue la distribution géographique de nos jours et dans les temps anciens (période lacustre), les questions philologiques que soulève le nom de cette plante, mentionnée par les auteurs anciens, Théophraste, Pline, etc., l'emploi économique et pharmaceutique du Trapa natans, etc.

M. M.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS DE

OCTOBRE 1884

Le 1er, à 2 h. 15 m. du matin, éclairs à l'O.; hâle à 9 h. du soir, couronne lunaire et forte rosée à 10 h. du soir.
2, très forte rosée et brouillard à 7 h. du matin.
3, très forte rosée le matin; auréole solaire rougeâtre bien visible pendant la journée.
4, assez forte bise l'après-midi et le soir.
5, à 1 h. du matin, couronne rouge-violette autour de la lune d'un rayon égal à 12° environ; forte bise dans la nuit et pendant toute la journée.
6, très forte bise toute la nuit et le matin; elle tombe après 1 h. du soir; hâle le soir; hâle verdâtre autour de la lune à 10 h. s.
7, brouillard le matin.
9, très faible rosée le matin.
10, fort coup de vent vers 4 h. du matin; la première neige est tombée sur le Jura.
11, neige dans la nuit sur le Salève et sur le Jura; à 9 h. $^1/_2$ du matin et à 7 h. du soir, légère pluie mêlée de neige dans la plaine.
13, première gelée blanche; le thermomètre descend pour la première fois dans la saison au-dessous de 0° et tombe à —0°7; à 4 h. 50 m. du soir, couronne violâtre autour du soleil très prononcée; elle tire sur le jaune à l'horizon et a un rayon d'environ 25°.
14, brouillard le soir.
15, quelques gouttes de pluie à 8 h. du matin.
16, très forte rosée le matin; quelques gouttes de pluie à 1 h. $^1/_2$ du soir; brouillard à 9 h. du soir.
17, très forte rosée le matin; à 5 h $^1/_2$ du soir, magnifique lueur crépusculaire d'une intensité rare; l'éclat teinte les brouillards en rouge-rose sur tout le tour de l'horizon; fin de la lueur à 6 h. 15 m. du soir; forte rosée à 9 h. du soir.
18, brouillard et très forte rosée le matin.
19, rosée le soir.
20, forte rosée le matin.
21, brouillard à 7 h. du matin et à 7 h. du soir.
22, rosée le matin; brouillard tout le jour.
23, brouillard tout le jour.
24, brouillard le matin et le soir.
25, brouillard le matin; hâle à 1 h. de l'après-midi; très faible rosée le soir.
26, forte gelée blanche le matin.
28, neige sur le Jura; lueur crépusculaire à 5 h. $^1/_2$ du soir; fort vent vers 8 h. soir.
29, rosée le matin; couronne lunaire à 9 h. du soir; hâlo lunaire à 10 h. du soir.
30, faible hâlo lunaire à 10 h. du soir.
31, brouillard le matin et le soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 1 à 10 h. soir	730,29	Le 2 à 3 h. soir	727,77
4 à 10 h. soir	734,49	10 à 11 h. soir	718,63
16 à 9 h. soir	737,65	19 à 2 h. soir	732,02
20 à 9 h. matin	734,92	24 à 5 h. matin	722,95
25 à 9 h. soir	730,23	27 à 4 h. matin	723,97
31 à 11 h. matin	736,98		

GENÈVE. — OCTOBRE 1884

Jours du mois.	Baromètre				Température C.				Fract. de saturation en millièmes				Pluie ou neige		Vent	Nébulosité	Temp. du Rhône		Limnimètre
	Hauteur moy. des 24 h.	Écart avec la hauteur normale	Minim. observé au barogr.	Maxim. observé au barogr.	Moyenne des 24 heures	Écart avec la temp. normale	Minim.	Maxim.	Moy. des 24 h.	Écart avec la fraction norm.	Minim.	Maxim.	Eau tomb. d. les 24 h.	Nomb. d'h.	dominant.	moyenne	Midi.	Écart avec la temp. normale	à 11 h.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°					mm.				°	°	cm
1	729,40	+ 2,54	728,39	730,29	+15,02	+ 2,61	+12,2	+20,4	891	+ 84	670	990	17,7	10	variable	0,58	+17,3	+ 1,6	158,4
2	728,99	+ 2,16	727,77	729,86	+13,46	+ 1,22	+ 7,8	+19,9	842	+ 33	680	1000	...	...	variable	0,75	17,2	+ 1,6	155,9
3	729,79	+ 3,00	728,44	731,50	+14,76	+ 2,68	+ 7,8	+21,5	735	— 75	460	980	0,1	...	variable	0,57	17,4	+ 2,0	154,0
4	732,85	+ 6,09	731,28	734,49	+11,60	— 0,31	+ 7,7	+14,6	591	—221	410	880	...	...	NNE. 1	0,57	17,2	+ 1,9	152,0
5	731,37	+ 4,64	727,46	734,16	+10,32	— 1,42	+ 7,9	+12,7	694	—119	550	770	...	...	NNE. 3	0,53	...	.....	153,0
6	725,71	— 0,98	725,07	727,40	+10,68	— 0,89	+ 5,8	+13,7	735	— 79	580	920	...	...	N. 2	0,60	15,1	0,0	149,2
7	725,27	— 1,38	723,97	726,59	+ 9,27	— 2,13	+ 4,5	+13,1	832	+ 17	680	1000	...	...	N. 1	0,73	15,2	+ 0,2	144,3
8	722,92	— 3,71	722,30	723,80	+10,14	— 1,09	+ 7,8	+13,7	791	— 26	610	950	...	...	SSO. 1	1,00	15,6	+ 0,8	140,5
9	722,13	— 4,47	720,24	723,60	+10,77	— 0,28	+ 6,1	+15,4	729	— 89	460	910	0,4	2	S. 1	0,88	15,5	+ 0,8	138,9
10	719,76	— 6,81	718,63	720,86	+10,84	— 0,04	+ 7,4	+14,7	741	— 78	620	880	8,9	6	S. 1	0,63	15,1	+ 0,5	135,3
11	721,81	— 4,73	720,28	722,68	+ 5,59	— 5,12	+ 3,6	+ 7,5	659	—161	510	770	1,4	2	S. 1	0,75	14,2	— 0,3	133,5
12	723,53	— 2,98	722,34	725,32	+ 3,99	— 6,54	+ 0,3	+ 8,1	751	— 70	560	960	0,3	1	S. 1	0,58	...	.....	136,0
13	727,62	+ 1,14	725,40	730,48	+ 5,03	— 5,33	— 0,7	+10,8	714	—108	430	930	...	...	variable	0,63	8,3	— 5,9	130,2
14	731,47	+ 5,02	730,57	732,95	+ 6,49	— 3,69	+ 3,2	+10,4	688	—135	440	900	...	...	variable	0,40	8,1	— 6,0	129,5
15	734,01	+ 7,59	733,00	735,83	+ 7,01	— 2,99	+ 1,6	+11,7	776	— 47	590	960	0,0	...	variable	0,80	11,9	— 2,0	128,5
16	736,72	+10,32	735,95	737,65	+ 9,23	— 0,60	+ 3,4	+13,9	799	— 25	540	980	...	...	variable	0,77	12,2	— 1,6	125,3
17	736,92	+10,55	736,10	737,31	+ 9,24	— 0,41	+ 3,0	+14,8	831	+ 6	610	960	...	...	variable	0,27	13,0	— 0,7	128,5
18	734,12	+ 7,77	732,66	736,16	+10,17	+ 0,70	+ 5,5	+13,6	832	+ 6	680	960	...	...	N. 1	0,88	13,1	— 0,5	126,0
19	732,80	+ 6,47	732,02	733,70	+ 9,88	+ 0,59	+ 5,0	+14,3	861	+ 34	680	980	...	...	SSO. 1	0,67	...	.....	126,0
20	733,65	+ 7,34	732,81	734,92	+ 9,63	+ 0,52	+ 3,0	+17,1	805	— 22	610	1000	...	...	variable	0,38	13,1	— 0,2	122,2
21	731,93	+ 5,64	730,89	732,98	+ 8,59	— 0,34	+ 3,1	+12,9	805	— 23	650	980	...	...	NNE. 1	0,47	13,1	— 0,1	121,0
22	730,30	+ 4,03	728,87	731,43	+ 7,77	— 0,98	+ 3,5	+11,0	848	+ 19	740	1000	...	...	N. 1	1,00	12,9	— 0,1	119,0
23	725,61	— 0,64	723,58	728,82	+ 8,03	— 0,54	+ 6,9	+ 9,1	780	— 49	760	820	...	...	N. 1	1,00	12,7	— 0,2	118,5
24	723,76	— 2,48	722,95	725,89	+ 7,36	— 1,03	+ 5,2	+ 9,6	746	— 84	620	830	...	...	N. 1	0,70	12,3	— 0,4	116,5
25	728,20	+ 1,98	726,13	730,23	+ 6,51	— 1,70	+ 3,1	+ 9,9	848	+ 18	700	960	...	...	NNE. 1	0,37	12,2	— 0,4	115,2
26	727,29	+ 1,08	725,02	729,85	+ 7,90	— 0,14	— 1,2	+15,0	719	—112	480	1000	...	...	S. 1	0,72	...	.....	117,0
27	727,23	+ 1,03	723,97	730,91	+ 9,46	+ 1,60	+ 6,0	+13,4	689	—142	400	900	0,7	1	SSO. 1	0,88	12,5	+ 0,2	112,0
28	729,43	+ 3,25	727,84	730,62	+ 7,29	— 0,39	+ 1,7	+13,4	736	— 96	540	910	0,1	...	SSO. 1	0,72	12,4	+ 0,2	112,2
29	730,70	+ 4,53	729,94	732,21	+ 9,50	+ 2,00	+ 2,7	+17,3	747	— 85	450	940	...	...	variable	0,65	11,9	— 0,2	111,0
30	733,94	+ 7,77	732,28	735,72	+10,49	+ 3,47	+ 5,9	+19,0	796	— 37	470	910	...	...	SSO. 1	0,50	12,0	+ 0,1	109,0
31	736,38	+10,22	735,75	736,98	+ 9,49	+ 2,35	+ 5,9	+12,6	855	+ 22	720	940	...	...	N. 1	0,67	11,7	— 0,1	108,4

MOYENNES DU MOIS D'OCTOBRE 1884.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
Baromètre.								
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	727,41	726,82	727,13	727,28	726,59	726,21	726,51	726,61
2e »	730,79	730,89	731,39	731,67	731,01	730,83	731,55	731,99
3e »	729,63	729,42	729,64	730,00	729,15	728,92	729,52	729,92
Mois	729,29	729,06	729,39	729,66	728,93	728,66	729,20	729,52
Température.								
	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+ 9,83	+ 9,73	+ 9,64	+12,58	+14,99	+14,34	+11,93	+10,44
2e »	+ 5,30	+ 4,08	+ 4,22	+ 9,79	+11,51	+11,07	+ 8,51	+ 6,53
3e »	+ 6,40	+ 5,72	+ 5,42	+ 9,58	+12,19	+11,18	+ 8,98	+ 7,73
Mois	+ 7,15	+ 6,48	+ 6,39	+10,62	+12,87	+12,16	+ 9,78	+ 8,22
Fraction de saturation en millièmes.								
1re décade	872	855	848	752	592	599	737	811
2e »	864	916	898	678	573	630	762	852
3e »	846	899	897	725	605	665	768	825
Mois	860	890	882	719	590	633	756	829

	Therm. min.	Therm. max.	Température du Rhône.	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0	0		mm	cm
1re décade	+ 7,50	+ 15,97	+ 16,18	0,68	27,1	148,15
2e »	+ 2,79	+ 12,22	+ 11,74	0,61	1,7	128,57
3e »	+ 3,89	+ 13,02	+ 12,37	0,70	0,8	114,53
Mois	+ 4,70	+ 13,71	+ 13,45	0,67	29,6	129,90

Dans ce mois l'air a été calme 2,7 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,10 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 31°,4 E. et son intensité est égale à 5,4 sur 100.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS D'OCTOBRE 1884.

Le 1er, brouillard tout le jour.
2, brouillard le matin et dans la soirée.
3, brouillard presque tout le jour, par une forte bise qui dure jusqu'au 9 au matin.
4, brouillard tout le jour.
5, neige; brouillard tout le jour.
6, neige; brouillard le matin et dans la soirée.
7 et 8, brouillard tout le jour.
9, neige l'après-midi et le soir; brouillard à 7 h. du soir; fort vent à 10 h. soir.
10, neige dans la nuit et le matin; fort vent jusqu'à 4 h du soir.
11, brouillard dans la journée; forte bise l'après-midi.
12, forte bise le matin; brouillard à 7 h. du soir.
13, forte bise à 10 h. du soir jusqu'au matin du 14.
15, forte bise dans la nuit et le matin.
16, forte bise tout le jour; brouillard l'après-midi.
17, forte bise depuis 4 h. du soir; elle dure jusqu'au lendemain à 1 h. du soir.
23, brouillard et forte bise à 10 h. du soir.
24, brouillard le matin; forte bise dans la nuit et jusqu'à 4 h. du soir.
27, brouillard l'après-midi et le soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
Le 1er à minuit	569,80	8 à 2 h. soir	559,25
9 à 11 h. matin	560,96	11 à 5 h. matin	554,67
17 à 11 h. matin	573,78	24 à 7 h. matin	559,05
25 à 11 h. soir	566,40	27 à 7 h. matin	561,10
31 à 11 h. matin	573,64		

SAINT-BERNARD. — OCTOBRE 1884.

Jours du mois.	Baromètre.				Température C.				Pluie ou neige.			Vent dominant.		Nébulosité moyenne.
	Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum observé au barographe	Maximum observé au barographe	Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum absolu.	Maximum des 6 observat.	Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures.			
	millim.	millim.	millim.	millim.	0	0	0	0	millim.	millim				
1	568,65	+ 2.79	568,18	569.80	+ 2.22	+ 0,71	+ 1,5	+ 3.8	.....	.....	....	NE.	1	0,93
2	567,28	+ 1,51	566,70	568.17	+ 0,42	— 0,94	— 0.4	+ 2,2	.....	.....	....	NE.	1	0,73
3	567,25	+ 1,57	566,31	568.30	+ 0.57	— 0.64	— 1,0	+ 3,0	.....	.....	....	NE.	2	0,83
4	566,78	+ 1,19	565,60	568,00	— 6,40	— 7,46	— 8.4	— 2.9	.....	.....	....	NE.	2	1,00
5	565.30	— 0.20	563,82	567,09	— 5 67	— 6,58	— 7.5	— 4,2	20	3,1	....	NE.	2	1,00
6	562.59	— 2,82	562,01	563,63	— 2,98	— 3,74	— 6.6	— 1,1	10	0.9	....	NE.	2	0,95
7	562,90	— 2.42	561.38	563,72	— 3.25	— 3,86	— 3.6	— 1,9	.....	.....	....	NE.	2	1,00
8	559,80	— 5,44	559,25	561.09	— 3,98	— 4,45	— 5,8	— 2,8	.....	.....	....	NE.	2	1,00
9	560,47	— 4,68	560.18	560.96	— 2.25	— 2.57	— 6,2	+ 0,4	170	12,5	....	SO.	1	0,55
10	558,59	— 6,47	557,04	560.28	— 2.63	— 2.80	— 4.0	— 0.6	40	1,2	....	SO.	2	0,68
11	555.55	— 9,42	554.67	556.56	—10,42	—10.44	—12.8	— 8,5	.....	.....	....	NE.	1	0,82
12	556,73	— 8,15	555,74	558.70	—10.92	—10,78	—14.1	— 8,3	.....	.....	....	NE.	1	0,38
13	560.81	— 3,98	558,82	563,50	— 9,67	— 9,37	—13,0	— 6,5	.....	.....	....	NE.	1	0,03
14	564.52	— 0.18	563 50	565.80	— 7.40	— 6,95	—11.7	— 4,6	.....	.....	....	NE.	1	0,02
15	567.57	+ 2,96	565.68	569.66	— 4.98	— 4.38	— 8,5	— 3,3	.....	.....	....	NE.	2	0,08
16	570 74	+ 6.22	569,70	572,28	— 3 30	— 2 55	— 5,5	— 2,1	.....	.....	....	NE.	2	0,37
17	572,82	+ 8 38	572 46	573.78	+ 1.68	+ 2,59	— 2.2	+ 4,1	.....	.....	....	NE.	1	0,13
18	570.23	+ 5.87	569,28	572.07	+ 0.17	+ 1,24	+ 0.2	+ 1,0	.....	.....	....	NE.	2	0,77
19	569.51	+ 5,23	569,08	570,03	+ 1.83	+ 3.05	+ 0.6	+ 4,2	.....	.....	....	NE.	1	0,08
20	569,52	+ 5.32	568.98	570.01	+ 0.02	+ 1,39	+ 0.2	+ 1.6	.....	.....	....	NE.	1	0,18
21	568.39	+ 4,27	568,00	569.17	+ 0.85	+ 2.37	— 0.3	+ 2,8	.....	.....	....	SO.	1	0,00
22	566,99	+ 2,95	565.94	568.07	+ 2,95	+ 4,62	— 1,2	+ 6.9	.....	.....	....	SO.	1	0,05
23	562.17	— 1,79	560,20	565.70	— 1.98	— 0,15	— 5,4	+ 1,1	.....	.....	....	NE.	1	0,53
24	559,68	— 4.20	559.05	561,25	— 6.07	— 4,09	— 7.5	— 4.6	.....	.....	....	NE.	2	0,47
25	563.98	+ 0.18	561.50	566.40	— 2.68	— 0.55	— 6 6	— 0.9	.....	.....	....	NE.	1	0.00
26	564.67	+ 0.95	562.13	566,34	+ 1.25	+ 3.53	— 3.5	+ 4,5	.....	.....	....	NE.	1	0,37
27	562.20	— 1,45	561.10	564.99	— 5.35	— 2.92	— 8,0	— 2,0	.....	.....	....	NE.	1	0.85
28	565.54	+ 1,96	564,72	566.47	+ 2.15	+ 4.73	— 8.1	+ 4,4	.....	.....	....	NE.	1	0.53
29	567,43	+ 3 62	566.13	568,60	+ 0.78	+ 3.51	— 0.4	+ 3,5	.....	.....	....	NE.	1	0.02
30	570,37	+ 6,93	568.49	572.68	+ 0.12	+ 3,00	— 1.4	+ 2,1	.....	.....	....	NE.	1	0.03
31	573,26	+ 9.89	572 90	573.64	+ 2.22	+ 5,24	— 0.2	+ 4,2	.....	.....	....	NE.	1	0,00

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A MARTIGNY

pendant le

MOIS D'OCTOBRE 1884

Le 1er, pluie le matin; brouillard de 10 h. du matin à 1 h. du soir.
4, fort vent du NNO. jusqu'à 9 h. du soir.
10, fort vent du NNO. à 4 h. du soir.
11, fort vent du ONO. jusqu'à 3 h. du soir; neige jusqu'à l'altitude approximative de 800m.
12, le minimum s'abaisse pour la première fois de la saison au-dessous de 0°, —0°,5.
13, gelée blanche le matin.
23, brouillard à mi-côte pendant toute la journée.
27, fort vent du NNO. de 10 h. du matin à 4 h. du soir.
29, gelée blanche le matin.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM	mm	MINIMUM	mm
Le 1er à 10 h. soir	723,23	Le 2 à 4 h. soir	720,80
4 à 10 h. soir	727,55	10 à 10 h. soir	712,30
17 à 7 h. matin	731,90	?	
20 à 10 h. matin	727,46	24 à 4 h. soir	716,08
25 à 10 h. soir	723,89	27 à 7 h. matin	716,88
31 à 7 h. matin	730,52		

MARTIGNY. — OCTOBRE 1884.

Jours du mois.	Baromètre.				Température C.				Fraction de saturation en millièmes				Pluie ou neige		Vent dominant.	Nébulosité moyenne.
	Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum des 6 observat.	Maximum des 6 observat.	Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum absolu.	Maximum des 6 observat.	Moy des 24 h.	Écart avec la fraction normale.	Minim.	Maxim.	Eau tombée d. les 24 h.	Nomb. d'h.		
	millim.	millim.	millim.	millim.	0	0	0	0					mm.			
1	722,76	....	722,53	723,23	+13,68	....	+10,6	+16,4	863	.....	770	930	2,2	...	ONO. 1	0,92
2	721,69	....	720,80	722,93	+14,28	....	+ 9,0	+18,4	711	.....	530	960	....	...	NNO. 1	0,62
3	722,88	....	722,18	724,22	+14,64	....	+10,3	+18,2	703	.....	540	1000	....	...	variable	0,60
4	725,66	....	724,44	727,55	+ 9,81	....	+ 8,3	+11,7	623	.....	480	720	....	...	NNO. 2	0,82
5	723,81	....	721,48	727,14	+ 8,43	....	+ 1,5	+12,7	703	.....	620	810	....	...	NNO. 1	0,73
6	718,50	....	717,69	719,33	+10,36	....	+ 2,9	+14,6	670	.....	530	750	....	...	variable	0,68
7	717,87	....	717,07	719,46	+ 9,51	....	+ 5,8	+13,7	791	.....	640	900	....	...	ONO. 1	0,40
8	715,86	....	715,70	716,42	+10,88	....	+ 7,0	+14,4	723	.....	580	820	....	...	NNO. 1	0,95
9	715,19	....	714,32	716,92	+ 9,66	....	+ 4,7	+16,2	760	.....	530	880	....	...	NNO. 1	0,40
10	712,99	....	712,30	714,24	+ 9,28	....	+ 7,0	+13,4	813	.....	570	900	11,2	...	NNO. 1	0,70
11	714,39	....	713,60	715,61	+ 5,43	....	+ 3,1	+ 9,9	565	.....	470	680	0,6	...	ONO. 1	0,53
12	716,57	....	715,53	718,59	+ 3,53	....	— 0,7	+ 8,2	656	.....	510	760	....	...	NNO. 1	0,48
13	721,32	....	720,47	723,31	+ 3,61	....	— 3,9	+ 8,5	635	.....	480	860	....	...	ONO. 1	0,12
14	725,00	....	724,28	725,95	+ 4,58	....	— 2,4	+ 9,4	645	.....	520	900	....	...	NNO. 1	0,05
15	727,44	....	726,53	728,86	+ 6,49	....	— 0,7	+11,4	698	.....	510	850	....	...	variable	0,18
16	730,53	....	730,19	730,88	+ 9,71	....	+ 4,7	+15,5	671	.....	540	770	....	...	NNO. 1	0,27
17	730,18	....	729,13	731,90	+ 8,58	....	+ 1,9	+13,9	726	.....	580	890	....	...	ONO. 1	0,10
18	......	....	......	......	+ 7,59	....	+ 3,9	+11,1	843	.....	700	890	....	...	....	....
19	......	....	......	......	+10,56	....	+ 7,1	+13,9	786	.....	600	860	....	...	....	....
20	726,40	....	725,68	727,46	+11,21	....	+ 7,6	+14,5	708	.....	580	850	....	...	variable	0,53
21	724,57	....	723,85	725,74	+ 9,03	....	+ 6,4	+12,4	746	.....	670	780	....	...	NNO. 1	0,12
22	722,93	....	721,98	724,61	+ 6,76	....	+ 0,1	+11,8	790	.....	630	890	....	...	variable	0,17
23	717,87	....	716,65	720,14	+ 7,21	....	+ 3,8	+ 9,6	781	.....	730	790	....	...	ONO. 1	0,98
24	716,75	....	716,08	718,29	+ 6,54	....	+ 4,6	+ 9,6	771	.....	650	880	....	...	variable	0,50
25	722,16	....	721,37	723,89	+ 5,19	....	+ 1,7	+ 9,9	750	.....	660	840	....	...	ONO. 1	0,02
26	719,45	....	717,00	722,99	+ 6,56	....	— 2,1	+11,1	663	.....	520	830	....	...	ONO. 1	0,60
27	720,42	....	716,88	724,15	+ 7,58	....	+ 6,4	+10,0	728	.....	640	780	0,6	...	NNO. 2	0,85
28	722,29	....	721,60	723,01	+ 7,08	....	+ 5,3	+10,7	758	.....	570	940	....	...	variable	0,75
29	724,52	....	723,61	725,66	+ 6,38	....	— 0,7	+10,6	738	.....	500	870	....	...	ONO. 1	0,38
30	727,98	....	727,21	729,37	+ 8,16	....	+ 2,6	+12,7	770	.....	590	890	....	...	NNO. 1	0,30
31	729,77	....	728,69	730,52	+ 6,43	....	+ 0,3	+12,5	795	.....	590	890	....	...	NNO. 1	0,00

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — OCTOBRE 1884.

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade...	564,75	564,16	563,86	564,01	563,74	563,63	563,79	563,74
2e » ...	565,44	565,19	565,33	565,85	565,73	565,76	566,42	566,68
3e » ...	565,92	565,54	565,58	565,93	565,70	565,74	566,08	566,33
Mois	565,39	564,98	564,95	565,28	565,08	565,07	565,45	565,61

Température.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	0	0	0	0	0	0
1re décade...	— 2,63	— 1,60	— 0,76	— 1,54	— 2,44	— 2,71
2e » ...	— 4,94	— 3,24	— 2,37	— 3,22	— 4,49	— 4,83
3e » ...	— 0,77	+ 0,71	+ 1,93	+ 0,28	— 0,93	— 1,66
Mois	— 2,72	— 1,31	— 0,33	— 1,44	— 2,57	— 3,02

	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée
	0	0		mm	mm
1re décade...	— 4,20	— 0,41	0,87	17,7	240
2e » ...	— 6,68	— 2,24	0,29	—	—
3e » ...	— 3,87	+ 2,00	0,26	—	—
Mois	— 4,88	— 0,15	0,46	17,7	240

Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 8,81 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 109,1 sur 100.

MOYENNES DE MARTIGNY. — OCTOBRE 1884.

Baromètre.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade...	720,51	720,37	719,36	719,10	719,51	719,75
2e » ...	—	—	—	—	—	—
3e » ...	723,05	723,14	722,23	721,78	722,62	723,13
Mois......	—	—	—	—	—	—

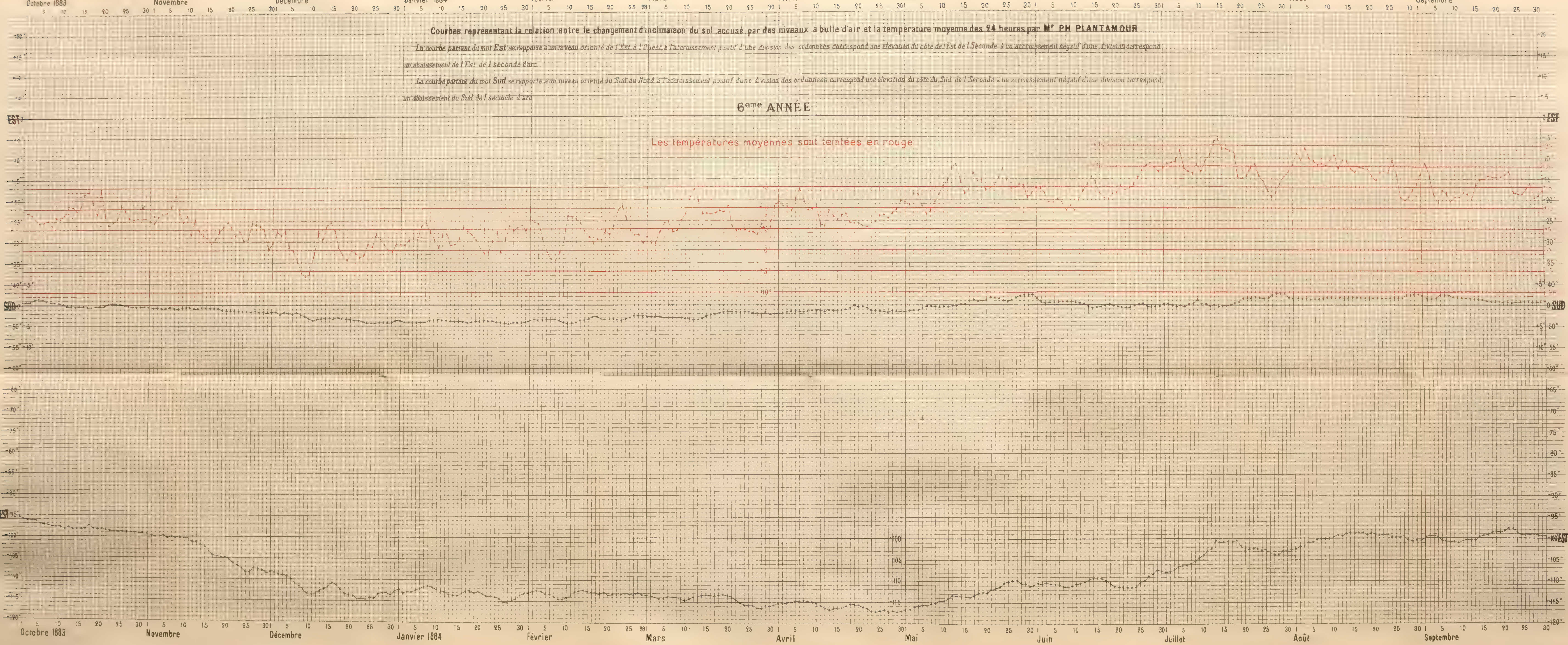
Température.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	0	0	0	0	0	0
1re décade..	+ 8,57	+11,59	+14,97	+13,82	+11,25	+10,26
2e » ..	+ 3,87	+ 7,21	+11,63	+10,26	+ 7,50	+ 6,44
3e » ..	+ 4,24	+ 6,65	+10,86	+10,09	+ 7,78	+ 6,46
Mois	+ 5,52	+ 8,43	+12,44	+11,35	+ 8,81	+ 7,68

Fraction de saturation en millièmes.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
1re décade........	864	748	601	614	711	770
2e »	814	663	557	632	688	698
3e »	833	787	619	693	746	735
Mois...........	837	735	593	648	716	735

	Min.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.
	0	0		mm
1re décade........	+ 6,71	+14,97	0,68	13,4
2e »	+ 2,06	+11,63	—	0,6
3e »	+ 2,58	+10,99	0,42	0,6
Mois...........	+ 3,75	+12,48	—	14,6


Courbes représentant la relation entre le changement d'inclinaison du sol accusé par des niveaux à bulle d'air et la température moyenne des 24 heures par Mr PH PLANTAMOUR
La courbe partant du mot Est se rapporte à un niveau orienté de l'Est à l'Ouest, à l'accroissement positif d'une division des ordonnées correspond une élévation du côté de l'Est de 1 Seconde à un accroissement négatif d'une division correspond un abaissement de l'Est de 1 seconde d'arc.
La courbe partant du mot Sud se rapporte à un niveau orienté du Sud au Nord, à l'accroissement positif d'une division des ordonnées correspond une élévation du côté du Sud de 1 Seconde à un accroissement négatif d'une division correspond un abaissement du Sud de 1 seconde d'arc.
6eme ANNÉE
Les températures moyennes sont teintées en rouge
Octobre 1883
Novembre
Décembre
Janvier 1884
Février
Mars
Avril
Mai
Juin
Juillet
Août
Septembre
EST
SUD

SOIXANTE-SEPTIÈME SESSION

DE LA

SOCIÉTÉ HELVÉTIQUE DES SCIENCES NATURELLES

RÉUNIE A

LUCERNE[1]

Les 16, 17 et 18 septembre 1884

(Suite et fin.)

Physique et Chimie.

Président : M. le professeur Auguste Kundt.
Secrétaire : M. le Dr V. Wiesersbach.

A la première assemblée générale, M. F.-A Forel, de Morges, raconte la découverte qu'il a faite le 23 août 1884, sur la moraine médiane du glacier de l'Unteraar, côté du Lauteraar, vis-à-vis du pavillon Dollfuss, des débris de l'*Hôtel des Neuchâtelois* d'Agassiz. Ces pierres portant encore les dates de 1842-1845, les noms des compagnons d'Agassiz, Ch. Martins, Vogt, Otz, Stengel, etc., et un numéro d'ordre (N° 2) ont avancé de 1840 à 1884 de 2400 m. Cela donne à la moraine médiane

[1] Pour la première partie de ce compte rendu, voir notre numéro de novembre 1884, t. XII, pages 413 à 456.

du glacier une progression annuelle de 55 m. Dans cette même région, Agassiz avait mesuré de 1842 à 1846 une vitesse annuelle moyenne de 73 m. Il y a là l'indice de variations importantes dans *la vitesse d'écoulement des glaciers.*

M. le professeur Ch. DUFOUR, de Morges, fait à la seconde assemblée générale une communication sur les *lueurs crépusculaires.* Les magnifiques lueurs crépusculaires qu'on a observées pendant l'hiver 1883-1884 étaient dignes d'appeler l'attention par leur splendeur et leur rareté ; car nous ne croyons pas que l'on ait jamais signalé un phénomène pareil, du moins dans de telles proportions.

L'auteur ne fera pas la description de ces lueurs que chacun a admirées ; mais il exposera la marche suivie pour calculer la hauteur à laquelle elles se formaient, prenant comme point de départ les observations faites à Morges dans la soirée du 10 janvier 1884. Ce jour là, les dernières lueurs disparurent à l'horizon occidental à 6 h. 15 m. du soir, temps moyen de Morges, ou 6 h. 07 m. temps vrai. A ce moment le soleil était à 16°54′ au-dessous de l'horizon, cet astre était alors au zénith d'un point situé par 87°30′ de longitude à l'ouest de Paris, et 21°58′ de latitude australe. C'était sur l'Océan pacifique à peu près à 1,600 kilomètres à l'ouest du point qui fait la limite entre le Chili et le Pérou. Sur l'arc du grand cercle qui joignait Morges et ce point-là le soleil se couchait par un point situé par 40°6′30″ de latitude nord, et 17°29′ de longitude à l'ouest de Paris. C'était sur l'Atlantique à peu près mi-chemin entre Oporto et les Açores. Là, était la tangence des rayons qui, en conti-

nuant leur route, éclairaient dans les hautes régions de l'atmosphère les éléments qui formaient les lueurs crépusculaires, au moment où pour nous elles disparaissaient à l'Occident.

Le lieu de rencontre des tangentes menées par Morges et par ce point devait être le siège des lueurs. On trouve qu'il était à une hauteur de 70 kilomètres et par 43°28′ de latitude nord, et 7°13 de longitude à l'ouest de Paris, ce point était donc au-dessus de la partie méridionale du golfe de Gascogne, 274 kilomètres à l'ouest de Bayonne.

Les observations faites le matin, ainsi que dans les journées voisines du 10 janvier ont donné des résultats analogues.

Toutefois, il est bon d'observer que, soit à l'est, soit à l'ouest, notre horizon est limité par des montagnes qui s'élèvent à 2° ou 3°. Sans ces obstacles, on aurait pu voir les lueurs encore quelques minutes, et on aurait trouvé une hauteur supérieure à 70 kilomètres; 70 kilomètres peut donc être considéré comme une hauteur minimum.

Maintenant quelle peut être la cause de ces lueurs?

Pour les expliquer, plusieurs hypothèses ont été présentées. D'abord il faut rejeter toutes celles qui les attribuent à quelque phénomène astronomique tel que le passage de la terre dans la queue d'une comète; car dans ce cas, les lueurs auraient apparu sur tout le globe à peu près en même temps, tandis qu'il y a eu un intervalle de plus de 2 mois entre le moment où on les a vues au Japon et le moment où on les a vues en Suisse.

De tout ce qui a été dit, ce qui semble le plus probable, c'est qu'elles étaient une conséquence de la terrible éruption faite le 27 août 1883 par le volcan le Karakatoa dans le détroit de la Sonde.

A l'appui de cette idée, on a rappelé qu'en 1783 et en 1831, à la suite de violentes éruptions volcaniques des brouillards secs avaient recouvert une partie de l'Europe, et que en 1831 du moins, on avait eu pendant 2 ou 3 jours des lueurs analogues à celles de l'hiver dernier.

Il est vrai qu'après l'éruption du Karakatoa, nous avons eu non des brouillards mais des lueurs. Or ces deux phénomènes sont moins dissemblables qu'il ne le paraît au premier abord. En effet, les brouillards sont produits par des particules répandues dans l'air à une hauteur relativement faible; tandis que les lueurs sont produites par des particules plus ténues lancées dans les régions supérieures de l'atmosphère.

Cette différence s'explique par la plus grande distance du lieu de l'éruption et par la différence d'intensité de celle-ci.

Il paraît en effet, que l'éruption du Karakatoa est une des plus violentes que l'histoire ait jamais enregistrée. Une des anciennes élèves de M. Dufour, qui habite l'île de Java, lui a donné des détails précis sur ce qui s'est passé dans cette île pendant l'année 1883. Elle écrit que dans le voisinage du volcan et encore à Batavia, on a eu des brouillards ou plutôt de la fumée à travers laquelle le soleil paraissait vert. Elle a entendu les détonations du volcan bien qu'elle en fût éloignée de 700 kilomètres; c'est à peu près comme si depuis Lucerne nous entendions les détonations du Vésuve; et la détonation la plus forte, probablement celle qui a eu lieu quand le volcan s'est effondré dans la mer, a été entendue à plus de 30° d'arc de grand cercle, comme si depuis Lucerne nous entendions les grondements d'un volcan qui se serait ouvert à Tombouctou ou dans la partie méridionale du Groenland.

C'est alors que s'est produite cette vague immense qui s'est étendue sur tous les océans, car on l'a constatée au cap Horn, dans les Antilles, sur les côtes de France, etc.; et cette autre vague atmosphérique qui a fait plusieurs fois le tour de notre planète et qui a été appréciable par les baromètres de la Suisse.

Tout cela prouve que le 27 août 1883 il s'est produit dans le détroit de la Sonde une explosion d'une violence sans pareille, de nature à rejeter une immense quantité de matériaux. Les plus lourds retombaient dans le voisinage, les plus légers lancés jusque dans les hautes régions de l'air, puis emportés par les courants supérieurs se sont répandus sur le globe entier et ont produit pendant plusieurs mois les magnifiques lueurs, qui dans l'histoire de la science signaleront l'hiver 1883-1884.

Et maintenant (septembre 1884) il en reste encore quelque chose dans l'atmosphère; car c'est probablement à la même cause qu'il faut attribuer cette espèce de nébulosité qui s'observe depuis plusieurs mois autour du soleil; et cette couronne signalée en différents points de la terre, mais qui est surtout visible sur les montagnes [1].

Il est certain que depuis l'hiver dernier le ciel n'a pas repris sa sérénité habituelle. Outre l'appréciation générale que l'on peut en faire, on peut dire que l'observation de la lumière zodiacale a été exceptionnellement difficile au printemps de 1884, comme aussi celle des petites étoiles. En général, il est facile de voir la planète Vénus en plein jour à l'œil nu quand elle est à son maximum d'élongation. En mai et juin 1884 elle se présentait dans cette position favorable, et cependant elle ne pouvait être

[1] Voir à ce sujet un mémoire de M. F.-A. Forel, *Archives des sciences phys. et nat.*, 1884, t. XII, p. 173.

distinguée qu'avec beaucoup de peine; c'est ce que M. Dufour a pu constater avec de nombreux élèves âgés de 15 à 19 ans, c'est-à-dire à une époque de la vie où en général on a très bonne vue.

M. BILLWILLER, directeur de l'Institut météorologique central à Zurich, parle aussi dans la deuxième assemblée générale *de l'influence des Alpes sur le caractère des vents et des précipitations aqueuses dans notre pays.* En organisant le réseau météorologique suisse, un des buts principaux que l'on poursuivait, était l'étude de l'influence exercée par le relief de notre sol sur les conditions climatologiques et sur le cours des phénomènes météorologiques. M. Billwiller n'examinera ici que les causes principales qui entrent en jeu; les observations sont encore trop peu nombreuses et contiennent trop de lacunes pour résoudre le problème dans tous ses détails.

Il rappelle ensuite la théorie que Dove a établie pour expliquer les vents, et indique les objections qu'elle a rencontrées et que Dove lui-même a dû reconnaître comme fondées. Il passe ensuite à la loi fondamentale de Buys-Ballot : « le vent souffle toujours des contrées à fortes pressions atmosphériques vers celles à basses pressions. » Cette loi permet d'expliquer aisément les irrégularités que la théorie de Dove empêchait de comprendre, et montre que la répartition des mers et des continents sur la surface de la terre, par le fait de leur échauffement différent, est une cause de perturbation dans la hauteur barométrique, plus importante que celle des différences de latitude. Le grand avantage climatologique de l'Europe provient de ce que nous avons à l'ouest l'Océan atlantique, qui est relativement chaud; mais pour

la même raison, nous avons aussi plus de cyclones provenant de cette région, un climat plus variable et la prédominance des vents d'ouest. Celle-ci est nettement accusée dans nos hautes stations, et depuis peu par les observations anémométriques du Säntis. Supposons que les Alpes disparaissent, nous verrions sans aucun doute la même prédominance des vents d'ouest se montrer dans nos régions. Au lieu de cela nous pouvons constater un grand nombre de cas de calme dans les régions basses. Un premier résultat important causé par les montagnes, est d'empêcher la circulation de l'air entre les deux versants. Ce résultat est plus sensible pour le côté opposé au vent. On sait que la végétation est plus riche dans les vallées abritées du vent, que dans des plaines ouvertes dans lesquelles règnent de forts courants et une forte évaporation ; mais l'intensité des courants atmosphériques est aussi diminuée sur le versant dirigé du côté du vent par le choc et le frottement. Ceux-ci sont naturellement d'autant plus forts que les couches sont plus basses.

Le föhn est aussi une modification du courant atmosphérique produite par la différence des pressions des deux côtés des Alpes. On le considérait comme un courant équatorial d'après l'ancienne théorie. Mais il est aujourd'hui admis parmi les météorologistes que les propriétés caractéristiques de ce vent, sa chaleur et son intensité, sont le résultat de masses atmosphériques se précipitant du côté de la plus basse pression. L'air, en se précipitant par les passages des Alpes dans les vallées, est sous une pression plus forte; il s'échauffe donc d'après une loi de physique bien connue; par cela même il devient plus sec. Le même fait se produit aussi dans les

vallées méridionales des Alpes, où le « föhn du nord » souffle, lorsque la hauteur barométrique au nord des Alpes est beaucoup plus forte qu'au sud. On trouve aussi dans les Alpes des courants locaux, tels que les vents de montagne ou de vallée, produits par un échauffement ou une insolation différente des diverses parties de ces terrains fortement accidentés. On s'explique ainsi la théorie des vents descendant ou remontant chaque grande vallée dans la saison chaude par un temps clair et calme; cette théorie a été développée par M. Hann à Vienne, et il l'a perfectionnée au point qu'elle fournit l'explication de tous les faits. M. Billwiller le montre par des exemples, qui au premier abord semblent contraires à la théorie, tandis qu'ils ne font que la confirmer tels que des vents descendant la vallée, le jour, en Engadine et dans le pays de Davos. Une climatologie spéciale qui éluciderait l'influence des caractères du terrain, fournirait pour un territoire restreint les données normales régissant les vents d'une localité quelconque.

Le temps manque à l'orateur pour pouvoir encore donner les résultats de ses recherches sur la précipitation aqueuse.

M. R. PICTET a fait dans la même assemblée générale une communication *sur l'emploi des basses températures pour la fabrication de la cellulose* [1].

Dans la séance de la Section de physique, M. le prof. E. HAGENBACH-BISCHOFF, de Bâle, traite de la *détermination de la vitesse de propagation de l'électricité dans les fils télégraphiques.*

[1] Voir *Archives*, 1883, t. X, p. 417.

Des essais faits au siècle dernier avaient montré que l'électricité se propage dans un conducteur avec une vitesse excessivement grande. Mais ce n'est que dans ce siècle-ci que l'on a essayé de la mesurer. Wheatstone, en 1834, montra que la chose était possible au moyen d'un miroir animé d'un mouvement de rotation rapide; il ne paraît pas d'ailleurs attribuer une grande valeur aux nombres obtenus, et ne donne que comme une grossière approximation le nombre de 460,000 kilom. par seconde pour la décharge d'une bouteille de Leyde dans un fil de cuivre. En 1849 et 1850, des essais faits en Amérique, sur des lignes télégraphiques, par Walker et Gould, donnèrent une vitesse beaucoup moindre, environ 26,000 kilomètres. Fizeau appliquant, avec l'aide de Gounelle, une méthode analogue à celle qu'il avait employée pour déterminer la vitesse de la lumière, trouva, en 1850, une vitesse d'environ 100,000 kilom. dans un fil de fer. Le nombre obtenu en 1875 par Werner Siemens, pour la décharge d'une bouteille de Leyde à travers un fil télégraphique, est au moins deux fois plus fort, et est compris entre 200,000 et 250,000 kilomètres. Il faut ajouter enfin que, depuis les expériences de Faraday, en 1854, qui établissaient, sur des fils isolés dans de l'eau, que la propagation d'une vague électrique dépendait du temps employé pour charger le conducteur, et depuis les recherches analogues de W. Thomson et d'autres physiciens, il y a lieu de se demander dans toute expérience sur la vitesse de propagation de l'électricité, quelle est la part qui revient à la durée de la charge. Il y a également une grande importance théorique à comparer les résultats expérimentaux à la valeur théorique de 311,000 kilom., très voisine de la vitesse de la

lumière que Kirchhoff avait déduite en 1857 de la loi de Weber.

Les grandes différences des nombres ci-dessus, variant de 26,000 à 460,000 kilom., peuvent s'expliquer en partie par des phénomènes de charge et aussi par le fait que l'on employait des conducteurs différents et des différences de potentiels très variables. Mais les méthodes expérimentales elles-mêmes impliquaient certaines erreurs, par le fait que le temps nécessaire pour mettre en action les appareils n'était pas complètement éliminé. Si dans les deux stations ces temps ne sont pas complètement égaux, leur différence s'ajoute à la durée de la propagation. Si l'on fait l'expérience en intercalant entre les appareils à signaux un circuit de longueur variable, de manière que les mêmes appareils déterminent la durée de la propagation, cette objection disparaît ; mais alors le changement de longueur du trajet change l'intensité du courant et les temps nécessaires pour faire réagir les deux appareils. Il faut donc nécessairement conserver une intensité constante du courant quel que soit le trajet employé. C'est le résultat que je crois avoir atteint par la disposition suivante.

Le comparateur de Lissajous permet, comme on sait, de déterminer la différence de phase de deux diapasons isochrones vibrant perpendiculairement l'un à l'autre, d'après le changement de la figure qui résulte de leurs deux mouvements; et bien que cet appareil se prête peu à une mesure exacte de cette différence de phase, il est cependant extraordinairement sensible à ses moindres variations. J'ai donc disposé un de ces comparateurs construit par König, à Paris, dont les diapasons donnent l'*ut* avec 256 vibrations simples ou 128 vibrations doubles,

de telle manière que le diapason horizontal interrompait le courant, lequel à son tour maintenait en vibration le diapason vertical préalablement accordé à l'unisson du premier. Au microscope on voyait alors une des figures elliptiques connues qui, dans des cas particuliers, se réduisait à une ligne droite oblique ou à un cercle, et qui restait inaltérée pendant longtemps si les diapasons étaient bien accordés. La différence de phase accusée par les figures, résulte évidemment de la différence du temps employé pour mettre en mouvement les deux diapasons, et de la durée de propagation de l'un à l'autre.

La figure schématique 1 (planche II) montre la disposition du reste de l'expérience. Un des pôles d'une pile P est en communication avec la terre en T_1; de l'autre pôle le courant va au diapason interrupteur D_1 puis au second diapason D_2 et à la plaque de terre T_2. Nous disposons de plus d'une ligne télégraphique isolée L revenant sur elle-même de façon que ses deux extrémités se trouvent à l'endroit où l'on fait l'expérience. Par un commutateur convenable on peut, à volonté et très rapidement, intercaler la ligne L soit à B entre D_2 et T_2 tout en fermant le circuit à A, soit à A entre D_1 et D_2 en fermant le circuit à B. Dans les deux cas ce sont exactement les mêmes appareils et les mêmes résistances, mais disposés dans un ordre différent. Dans le premier cas le courant va directement du premier diapason au second, puis dans la ligne, tandis que dans le second cas il doit traverser toute la ligne pour passer de l'un des diapasons à l'autre. Les temps employés pour mettre en mouvement les deux diapasons sont les mêmes dans les deux cas, et s'il se produit entre eux une différence de phase, elle ne peut être attribuée qu'à la durée de la propagation du courant électrique dans la ligne télégraphique.

La partie importante du dispositif est le commutateur dont je dois encore dire quelques mots.

Une planchette (fig. 2) porte 8 godets remplis de mercure; ceux qui sont désignés par les mêmes lettres sont liés par des conducteurs. Dans les deux godets du milieu *e* et *f* plongent des prolongements de l'axe de rotation d'un levier qui peut être abaissé à droite et à gauche; à droite il met en communication comme les traits l'indiquent, *e* avec *d*, *c* avec *f* et *a* avec *b*; à gauche il réunit *e* avec *a*, *c* avec *d*, *f* avec *b*; D_1 est mis en communication avec *e*, et T_2 avec *f*, puis D_2 est intercalé entre *b* et *d*, et la ligne télégraphique L est intercalée entre *a* et *c*. La figure schématique 3 montre le trajet du courant quand le commutateur est abaissé à droite, et la figure 4 quand il est abaissé à gauche. On voit clairement que dans le premier cas le courant passe du premier diapason au second, puis à la ligne; tandis que dans le second cas il traverse la ligne entre les deux diapasons. Ce sont dans les deux cas les mêmes appareils, les mêmes résistances, et, de plus, condition importante, les divers conducteurs sont toujours parcourus par le courant dans le même sens.

L'application de ces appareils m'a été rendue possible par l'obligeance avec laquelle la Direction fédérale des télégraphes a mis les lignes nécessaires à ma disposition, et par l'aide empressée que j'ai trouvée auprès des employés du télégraphe.

Les essais ont été faits au bureau télégraphique de Bâle, en employant deux fils qui vont de Bâle à Lucerne, l'un de 5^{mm}, l'autre de 3^{mm}, ces fils étaient mis en communication à Lucerne. Dans quelques essais ils ont été réunis plus près de Bâle, à Olten.

Si *a* et *e* étaient réunis par une ligne courte, le change-

ment de position du levier n'amenait pas le plus petit changement dans la figure de Lissajous; mais dès que la ligne télégraphique était introduite, l'ellipse se transformait immédiatement dès qu'on renversait le levier, prenait une nouvelle forme stable, correspondant au changement de phase et la gardait jusqu'à ce qu'un nouveau mouvement du commutateur la ramenât à sa première forme.

L'expérience pouvait être répétée aussi souvent que l'on voulait et produisait toujours la même transformation dela figure.

Jusqu'à présent je me suis borné à estimer le changement de phase d'après le mouvement des ellipses, et j'ai trouvé ainsi pour la ligne Bâle-Lucerne-Bâle un changement de phase de 0,35, et pour la ligne Bâle-Olten-Bâle, de 0,15 d'une vibration entière. Le fait que dans les limites d'exactitude de mon estimation, la différence de phase et par conséquent aussi la durée de la propagation étaient proportionnelles à la longueur de la ligne, ne permet pas d'expliquer la différence par la durée de la charge, laquelle devrait être proportionnelle au carré de la longueur.

D'après les renseignements que l'administration des télégraphes a bien voulu me fournir, la ligne Bâle-Lucerne-Bâle a une longueur de 193,8 kilom., et celle de Bâle-Olten-Bâle de 83,2 kilom. Nous en déduisons, d'après les différences de phase estimées, et d'après le nombre de vibrations donné plus haut les vitesses suivantes :

Entre Bâle et Lucerne : $\dfrac{193{,}8 \times 128}{0{,}35} = 70875$ kilom.

Entre Bâle et Olten : $\dfrac{83{,}2 \times 128}{0{,}15} = 70997$ kilom.

Moyenne, 70,936 ou à peu près 70,000 kilom. par seconde.

Je ne puis du reste présenter ce résultat comme définitif: il sera nécessaire de contrôler ces expériences en les répétant sur des lignes différentes.

Je ne dois pas non plus dissimuler une objection qui peut jeter encore quelques doutes sur la méthode que j'ai employée. Les considérations exposées ci-dessus ne sont en effet tout à fait exactes que dans le cas où la ligne est parfaitement isolée. Mais s'il y a des dérivations dans la ligne télégraphique, le mouvement du commutateur influe sur l'intensité du courant qui traverse le second diapason. Ce courant sera un peu plus faible si la dérivation a lieu avant le diapason que si elle a lieu après. Je crois d'après les essais que j'ai faits jusqu'ici que cette influence est faible; mais il est nécessaire de l'étudier de plus près et peut-être de l'éliminer par des dispositions particulières. C'est pourquoi je ne considère les expériences faites jusqu'à présent que comme des essais préliminaires, et dans cette communication je n'ai eu d'autre but que d'exposer la méthode à laquelle je me suis arrêté. Je remarque encore en terminant que la partie importante de cette méthode consiste dans le changement produit par le commutateur, et que le même principe peut être employé non seulement avec le comparateur de Lissajous, mais aussi avec d'autres procédés d'observations, par exemple avec celui des interférences dans le téléphone. J'ai l'intention de faire de nouveaux essais dans cette direction, et de chercher en particulier des procédés qui permettent une mesure précise.

M. le professeur Louis Soret présente à la section

quelques spécimens de photographies microscopiques instantanées.— La difficulté d'obtenir des épreuves d'objets en mouvement sous le microscope, réside en premier lieu dans l'affaiblissement d'intensité lumineuse qu'entraîne le grossissement, et en second lieu dans la nécessité de ne laisser agir la lumière que pendant un temps excessivement court, si l'on veut avoir une image nette de corps très petits qui se déplacent. — La lumière de l'étincelle électrique présente des conditions avantageuses pour atteindre ce but : elle peut être obtenue en tout temps, ce qui n'est pas le cas de la lumière solaire, elle prend une intensité suffisante lorsqu'on la concentre avec des lentilles à court foyer, enfin sa durée est très courte. Les clichés que M. Soret a présentés ont été obtenus par l'étincelle produite entre des électrodes de magnésium au moyen d'un appareil d'induction puissant avec une batterie de Leyde intercalée.

M. le professeur Raoul Pictet, de Genève, expose ses vues *Sur les limites probables de l'atmosphère terrestre.*

Le 29 juillet de cette année il eut l'occasion d'apercevoir un superbe bolide dont l'apparence était des plus remarquables. Il illumina le ciel d'une belle teinte bleu vert et descendit avec une marche lente du sud-est au nord-ouest en se rapprochant de l'horizon.

Le temps était parfaitement découvert, l'atmosphère chaude, il devenait probable que beaucoup d'observateurs avaient dû remarquer ce météore.

M. Pictet écrivit une lettre au *Journal de Genève* en appuyant sur l'intérêt réel qu'il y aurait à chercher à déterminer la distance du bolide à la terre pendant sa trajectoire lumineuse. Pour cela il suffit de posséder quelques observations bien faites à différents endroits connus.

La distance des points d'observation, la hauteur du bolide au-dessus de l'horizon constituent avec la déclinaison un ensemble de données numériques dont on dégage aisément la distance cherchée, celle du bolide à la terre.

M. Pictet a reçu vingt-deux lettres d'observateurs déclarant tous avoir aperçu le bolide; l'heure est sensiblement la même ainsi que le caractère très particulier de la marche lente, seulement quelques orientations sont tellement écartées de la vérité qu'une bonne moitié des indications fournies par les correspondants doit être acceptée sous bénéfice d'inventaire.

C'est ainsi que de Venise on écrit l'avoir vu dans une direction sud-ouest, tandis que de Bologne on l'a vu beaucoup plus distinctement vers le nord-est. Un observateur de l'Oural au nord de la Russie déclare l'avoir observé et avoir entendu quelques secondes après la fin du phénomène lumineux une détonation sourde.

Il y a eu double emploi, c'est évident, mais il n'en reste pas moins avéré que de la vallée de Viège, de Morges, de Rolle, de Genève, de Lyon, de Turin, de Bologne, de Vérone, de Padoue, d'Allevard, d'Uriage, de Milan, de Berne, du Gurnigel on a distinctement vu ce météore et cela à la même heure et avec des directions assez concordantes pour pouvoir fixer le lieu d'apparition à *cinq ou six cents kilomètres au-dessus du sol,* hauteur colossale si on la compare avec les idées admises pour la limite de notre atmosphère.

On admet généralement que les météores deviennent incandescents sous la double influence de la compression des gaz produits par leur marche rapide et de l'oxygène qui les brûle par combinaison chimique.

Nous sommes ainsi amenés à considérer comme pro-

bable la présence de l'air atmosphérique dans des régions beaucoup plus élevées que celles qui sembleraient résulter des formules employées en météorologie pour la détermination des hauteurs par les indications barométriques.

Une étude un peu détaillée de la question, surtout si l'on fait intervenir les nouvelles notions sur la théorie des gaz et les lois de la thermodynamique, explique assez bien les écarts énormes entre les chiffres acceptés ou émis jusqu'ici sur la hauteur probable des confins de notre atmosphère.

Les gaz étant composés d'atomes ou de molécules douées de vitesse de translation considérable (voir la théorie de Clausius) comment devons-nous nous figurer la surface périphérique de notre atmosphère? Comme une série de petits projectiles infiniment ténus : les atomes d'oxygène, d'azote, de vapeur d'eau, etc., doués de vitesses à définir par le calcul, mais qui *certainement* sont en mouvement, car sans cela ils chuteraient jusqu'à ce qu'ils rencontrent d'autres atomes, puis, sous l'influence du choc ils repartiraient eux-mêmes avec des vitesses variables suivant celles des corps rencontrés.

Entre ces derniers atomes, décrivant leur dernière trajectoire vers les espaces planétaires, il y a le *vide absolu*, la surface de l'atmosphère est donc *discontinue*, les espaces inter-atomiques augmentant constamment du sol vers les hautes régions. Dans ces hautes altitudes les atomes ressemblent à des balles de carabine en miniature que des chasseurs lanceraient à toute volée sans viser de but dans le ciel.

Maintenant quelle peut être la *vitesse de projection moyenne* des atomes gazeux aux confins extrêmes de notre atmosphère? Supposons cette limite, d'accord avec les ob-

servations du bolide, à 600 kilomètres. A cette hauteur le rayonnement de la chaleur agit sur un corps comme résultant de deux surfaces planes infinies entre lesquelles se trouverait compris le corps considéré : d'une part le globe terrestre, malgré sa rondeur, s'étale comme un plan à 600 kilomètres de distance et possède comme température la température moyenne du sol superficiel suivant la saison et la latitude du pays au-dessus duquel on observe. D'autre part les régions sidérales forment une immense demi-sphère dans laquelle la chaleur s'engoufre par rayonnement comme dans un plan infini de température nulle ou très voisine du zéro absolu. La chaleur apportée par la « *pâle clarté qui tombe des étoiles* » agit seule pour compenser, par rayonnement également, une proportion extrêmement faible de la chaleur émise.

Si nous admettons que le *pouvoir émissif* des gaz pour la chaleur est proportionnel au *pouvoir absorbant,* ce qui est nécessairement admis pour expliquer l'*équilibre thermique* des corps, il résulte que la surface périphérique de l'atmosphère doit prendre une *température moyenne entre celle des deux surfaces planes infinies envisagées.*

Cette température moyenne variera quotidiennement sous l'influence directe des rayons solaires, qui élèveront la température des atomes gazeux pendant le jour. La nuit venue, cette élévation de température disparaîtra peu à peu jusqu'au lendemain matin où le minimum de température sera toujours atteint.

Cette température moyenne variera du pôle à l'équateur avec la variation de la température des pays polaires et celle des contrées tropicales.

Prenant — 20° centigrades comme moyenne d'hiver des pays situés entre le pôle et le 70e degré de latitude

vers les deux pôles et + 30° la température des régions équatoriales, nous voyons que la vitesse des molécules et atomes gazeux dans les hautes altitudes doit correspondre :

$$\frac{0° + 253}{2} = \text{température absolue au-dessus du pôle.}$$

126°,5 ou 146°,5 centigrades et passe à l'équateur à

$$\frac{0 + 303°}{2} = \text{température absolue au-dessus de l'équateur.}$$

151°,5 ou — 121°,5 centigrades.

Les vitesses absolues des atomes gazeux seront donc sensiblement plus grandes dans une colonne d'air verticale au-dessus de l'équateur qu'au-dessus du pôle.

Les dernières molécules seront encore lancées avec une vitesse moyenne de plus de 400 mètres par seconde au-dessus de l'équateur. Par le calcul des probabilités on voit que certaines molécules privilégiées comme vitesse atteindront des rapidités bien plus grandes encore et comme leur point de départ est déjà très élevé, qu'elles restent sous l'influence combinée de leurs chocs réciproques et du rayonnement terrestre ou solaire, les valeurs numériques de 500 à 600 kilomètres n'ont plus rien d'exagéré pour la limite supérieure de ces dernières trajectoires.

En appliquant aux molécules atmosphériques de la surface du sol jusqu'aux régions supérieures, le calcul des vitesses absolues moyennes, on trouve que la *hauteur absolue* de l'atmosphère est sensiblement plus grande sur l'équateur qu'aux pôles pour une même pression barométrique.

L'atmosphère enveloppe la terre comme un grand ellipsoïde de révolution dont le petit axe est parallèle à l'axe de globe et le grand axe perpendiculaire au premier.

Cette forme ellipsoïde est complétement étrangère à la conséquence de la force centrifuge qui du reste agit déjà dans le même sens.

L'équilibre statique d'une atmosphère ainsi conformée n'*est pas possible,* étant donnée l'égalité moyenne des pressions barométriques. Toute la portion supérieure de l'atmosphère au-dessus des régions équatoriales est obligée de chuter constamment vers les pôles en se déversant en deux courants, l'un vers le nord dans l'hémisphère boréal, l'autre vers le sud dans l'hémisphère austral. Ces courants apportent aux deux pôles des masses de gaz qui refoulent l'atmosphère vers l'équateur dans les régions voisines du sol. On aurait ainsi une explication des courants simultanés dans les deux hémisphères qui accompagnent les aurores boréales ainsi que M. le professeur Aug. de la Rive l'a admis pour sa théorie des aurores boréales. Ces courants vont constamment de l'équateur vers les pôles et s'établissent dans des régions considérablement élevées de l'atmosphère.

M. R. PICTET a fait à la section une seconde communication *sur les expériences faites à Torquay avec les modèles du bateau rapide de son invention* [1].

M. Auguste KUNDT, professeur à l'Université de Strasbourg, communique à la Section un important travail *sur la polarisation rotatoire magnétique du fer, du cobalt et du nickel.* Ayant entrepris la confirmation de la belle découverte de M. Kerr du phénomène de la polarisation rotatoire magnétique par réflexion des trois métaux sus-indi-

[1] Voir *Archives*, 1884, t. XI, p. 95.

qués, il a étendu cette découverte au cas où la lumière polarisée, au lieu d'être réfléchie par un de ces métaux, est transmise par lui. Pour cela il faut qu'il soit réduit en couche assez mince pour devenir transparent. C'est ce que M. Kundt a réalisé au moyen de dépôts galvanoplastiques de fer, de cobalt ou de nickel sur le verre platiné employé par M. König pour les miroirs de ses appareils d'acoustique. Il trouve que les couches transparentes de fer, de cobalt et de nickel, ainsi obtenues, et superposées à la couche de platine, impriment au plan de polarisation de la lumière polarisée qui les traverse une rotation très forte. Pour les rayons moyens du spectre le pouvoir rotatoire du fer est 30,000 fois plus fort que celui d'une couche de verre de même épaisseur. Celui du cobalt est voisin de celui du fer, celui du nickel est beaucoup plus faible (14,000 fois environ celui du verre). Dans les trois métaux considérés la rotation est positive, c'est-à-dire de même sens que le courant qui produit l'aimantation.

En opérant avec de la lumière à peu près monochromatique rouge ou bleue, M. Kundt reconnaît ce fait remarquable que *le pouvoir rotatoire du fer est plus fort pour les rayons rouges que pour les rayons bleus;* en d'autres termes *la dispersion de la rotation du fer est anormale.* M. Kundt a retrouvé aussi cette anomalie de la dispersion dans le cas de la réflexion normale du rayon polarisé sur un miroir de fer. Dans ce dernier cas la rotation est négative, comme M. Kerr l'avait reconnu [1].

M. F.-A. Forel, de Morges, décrit les courants qu'il a étudiés sur un petit lac temporaire de la moraine du gla-

[1] Dans ce numéro même des *Archives*, nous publions *in extenso* la notice que M. Kundt a bien voulu nous communiquer sur ce travail.

cier inférieur de Fee, vallée de Saas. L'eau de ce lac, chargée de poussières micacées, montre très nettement les plus petits mouvements causés par une brise de l'air. Il a reconnu entre autres le courant de surface horizontal déterminé par le frottement de l'air, à l'extrémité sous le vent un courant vertical descendant, et à l'extrémité sur le vent un courant vertical ascendant; ces trois courants doivent être reliés dans la profondeur de l'eau par un courant de retour horizontal marchant en sens contraire du vent. — Il y a là confirmation très évidente des faits étudiés par l'auteur dans le lac Léman; le vent détermine dans le lac des courants mécaniques faisant une révolution complète de l'eau, laquelle subit deux courants horizontaux superposés, l'un superficiel marchant dans le sens du vent, l'autre profond marchant en sens contraire.

M. le Dr Robert Weber, professeur à Neuchâtel, présente à la section une *sirène électrique* de son invention.

La démonstration de l'origine du son et la détermination du nombre de vibrations correspondant à chaque son sont de la plus haute importance pour l'étude des rapports entre les différents sons, aussi bien au point de vue de l'acoustique qu'à celui de la théorie de la musique. Cette étude a été faite soit par des méthodes acoustiques, soit par des méthodes optiques; les résultats ne sont plus sujets à aucun doute.

Un appareil tendant à constater ces résultats n'aura donc plus guère de valeur, à moins qu'il ne donne quelque chose de nouveau.

La sirène décrite ci-après diffère des appareils analogues, essentiellement en ce que: 1. le milieu mis en vi-

bration, et le mode de le mettre en vibration, sont nouveaux; et 2. la cause et l'effet sont à une distance arbitraire. Elle fournit une preuve expérimentale des lois et de la nature des sons résultants, étudiés par M. *Helmholtz*. Comme les sirènes connues, celle-ci donne à volonté un ou plusieurs sons et l'intervalle des sons peut être fixé à l'avance. Quant à l'inconvénient de toutes les sirènes de ne pas maintenir rigoureusement le même son, cette nouvelle sirène y est moins soumise, ensuite d'une modification convenable de l'appareil.

Sous sa forme la plus simple, la sirène se compose essentiellement des parties suivantes : une roue dentée *R* (fig. 5, pl. II) est fixée sur un axe *A* autour duquel se fait la rotation. Sur le bord de la roue vient appuyer un ressort *L*, dont une des extrémités est fixée et en communication avec un fil métallique, et dont l'autre extrémité touche alternativement une dent et un creux rempli d'une substance isolante. Le fil, relié au ressort, va à l'un des pôles d'une pile *P*; l'autre pôle est en communication avec un téléphone *T*. Le circuit électrique partant de la pile *P* passe par le téléphone *T*, par l'axe *A*, puis par la roue *R*, et va par le ressort *L* à l'autre pôle de la pile. Si la roue dentée *R* est en rotation, le circuit est par conséquent fermé ou ouvert, suivant que le ressort *L* appuie sur une dent ou sur un creux isolant; il y aura dans le téléphone une série identique d'attractions et de relâchements de la plaque vibrante d'où résultera un son.

La hauteur du son est donc directement proportionnelle 1. au nombre de dents de la roue *R*, et 2. à la vitesse de rotation de l'axe.

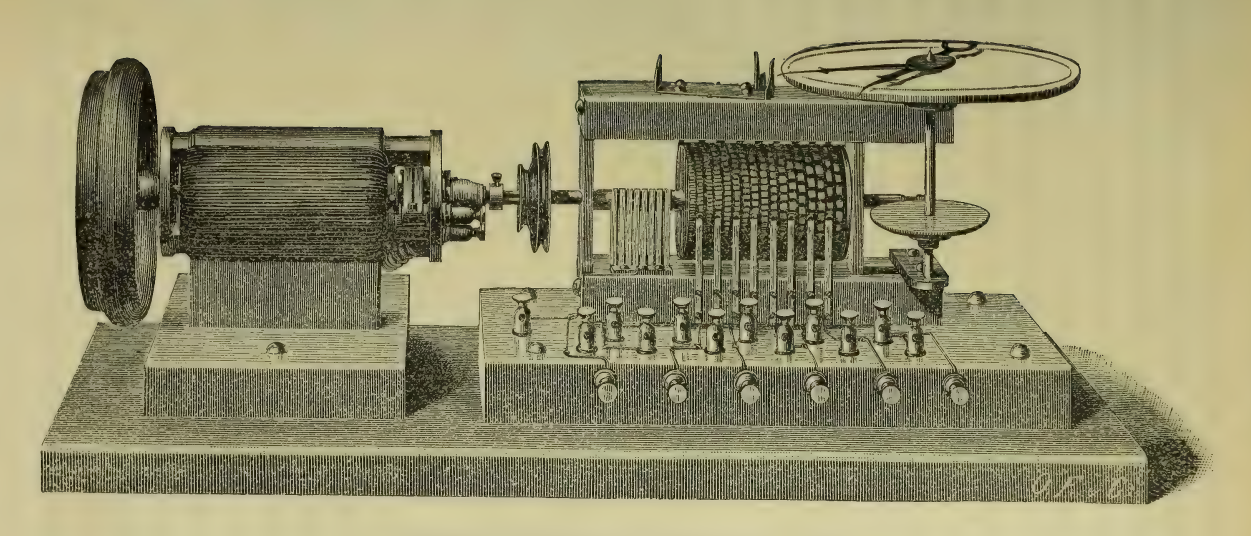
L'intensité du son, l'amplitude des vibrations de la plaque du téléphone, est une fonction de l'intensité du

courant électrique, et variable d'un téléphone à un autre.

Le timbre, soit le nombre, la hauteur et l'intensité des sons qui s'ajoutent au son principal, dépend de la constance de la pile, de la perfection de la roue *R* et du ressort *L*, et de la qualité du téléphone.

La *Sirène multiple à courants primaires* telle que M. Weber l'a fait construire, se compose de quinze roues dentées, toutes fixées sur le même axe. Elles ont toutes le même diamètre de 4 cm. et se trouvent à égale distance les unes des autres, soit à 3 mm. Le nombre de dents varie d'une roue à l'autre : il est de 24 pour la première roue, de 27 pour la deuxième, de 30 pour la troisième, et ainsi de suite, chacune des suivantes ayant un nombre de dents correspondant aux notes successives d'une même gamme jusqu'à la quinzième. L'espace laissé entre les différentes roues et entre les dents est rempli uniformément d'une masse très dure et isolante. La surface du cylindre ainsi formé a été soigneusement tournée, pour ne présenter aucune aspérité. La surface seule des dents des roues est visible et chacune coïncide avec la surface du cylindre.

Une traverse, qui joint en outre les supports dans lesquels tourne l'axe de ce cylindre, porte les 15 ressorts. Chacun des ressorts est dirigé dans le plan de la roue correspondante, et appuie par suite avec une de ces extrémités alternativement sur la dent et sur le creux de cette roue. Un nombre de fils égal au nombre des ressorts établit la communication de ceux-ci avec le même nombre de serre-fils disposés sur la planchette qui porte le tout. Un ressort à balai permet de faire arriver le courant dans l'axe du cylindre ; il est appuyé contre celui-ci d'une part et communique d'autre part avec le seizième serre-fil fixé sur la planchette.



La Sirène électrique (avec moteur). Robert Weber.

C'est à ce serre-fil qu'aboutit l'un des fils venant du téléphone, l'autre allant à la pile. La disposition la plus commode de la pile est la suivante : le nombre d'éléments est égal au nombre des roues (ou à l'un de ses multiples) ; leurs pôles négatifs, par exemple, sont en communication et reliés au fil venant du téléphone. Le pôle positif de chaque élément (ou de chaque série d'éléments), au contraire, est relié chacun avec un serre-fil *S* et par lui à un seul des ressorts *L*, correspondant à une seule des roues *R*. Suivant que l'on veut faire parler ou non une quelconque des roues, on établit on non par le serre-fil *S* le circuit indiqué.

Il est évident que le nombre d'éléments dont il faut disposer peut être plus petit que celui des roues, et égal au nombre maximum de roues que l'on veut faire parler à la fois. Mais une réduction de ce genre nécessite à chaque changement de roue un changement correspondant dans la communication des fils. La disposition schématique des roues, des ressorts, des éléments et du téléphone est indiquée par la fig. 6.

Dans certains cas, surtout si la résistance dans le circuit est grande, il est avantageux de faire parler le téléphone par les courants induits. Dans ce but, on place près de la sirène et de la pile une bobine d'induction, dont la bobine primaire se trouve dans un même circuit avec la batterie et avec la sirène, tandis que la bobine secondaire n'est reliée qu'au téléphone.

Pour compter le nombre de vibrations qui correspondent à un certain ton dans un temps donné, on peut procéder de différentes manières. Mais il est indispensable de connaître, outre le nombre de dents de la roue respective, le nombre de tours de l'axe et le temps correspondant.

En suivant la méthode ordinaire, on peut se servir d'un compteur de tours quelconque, facile à mettre en mouvement par l'axe de la sirène, et permettant un ajustage et un retrait instantanés.

M. Weber a choisi une méthode en quelque sorte inverse de celle qui vient d'être décrite. A cet effet, l'axe de la sirène porte une vis sans fin, dans laquelle vient engrener une roue portant 150 dents, par exemple. Le même axe, qui porte cette roue, en porte une autre, placée plus haut.

Cette roue (disque) *D* est divisée sur son pourtour en 400 parties égales, de sorte que deux divisions et demie correspondent à un tour de l'axe de la sirène. Les chiffres marqués sur le disque *D* indiquent le nombre de tours faits par cet axe. L'axe de ce disque *D* porte deux aiguilles indépendantes, plus longues que le rayon du disque, et placées l'une au-dessus de l'autre. Une plaque *P* qui dépasse en hauteur le disque *D*, arrêtera ordinairement les aiguilles, quand l'axe vertical tournera. Mais une découpure convenable, faite dans cette plaque *P*, permettra à un mouvement très simple de libérer l'une des aiguilles, soit au commencement d'une seconde voulue. Un certain nombre de secondes s'étant écoulé, on peut ensuite faire marcher la seconde aiguille, sans modifier en rien la marche du cylindre de la sirène, car une seconde découpure dans la plaque *P* permet facilement de dégager cette seconde aiguille. La différence des chiffres indiqués par les deux aiguilles et le nombre de secondes qu'a duré l'observation fournissent encore tout ce qu'il faut connaître pour pouvoir calculer le nombre de vibrations correspondant au son donné.

Le mouvement de rotation de l'axe de la sirène peut

lui être imprimé par un moteur quelconque. M. Weber s'est servi à l'ordinaire du volant d'une machine. A cet effet, l'axe porte à l'extrémité opposée à celle du compteur une poulie sur laquelle passe la courroie venant du volant.

Le mouvement de rotation peut s'obtenir encore par un petit moteur électro-dynamique de M. *Hipp,* construit sur un modèle américain, dont la force est suffisante pour faire marcher une machine à coudre. Côte à côte et l'axe de l'une sur le prolongement de l'axe de l'autre, les deux machines sont fixées sur une même planchette. Une espèce de fourchette, qui fait pièce avec l'axe du moteur, entre dans la poulie fixée sur l'axe de la sirène.

Enfin un volant, fixé sur ce même axe, régularise le mouvement de rotation.

Le moteur électrique est accouplé à la sirène.

Cette sirène a été construite par M. le Dr *Hipp,* directeur de la Fabrique de télégraphes à Neuchâtel, qui est disposé à en construire d'autres sur commande.

Comme il a été dit plus haut, ce sont les dents qui établissent le circuit et les creux remplis de substance isolante qui arrêtent le courant. L'espace plus ou moins grand occupé par la dent ou le creux entraîne un contact ou une interruption plus ou moins longue. Ce n'est évidemment que le rapport des deux espaces qui entre en ligne de compte; c'est pour cela que M. Weber a fait tailler quatre roues de même diamètre, ayant chacune le même nombre de dents, soit quarante. Les espaces occupés par la dent et par le creux isolant sont dans le rapport de 1 à 12 dans la première roue, de 3 à 12 dans la deuxième, de 6 à 12 dans la troisième et de 9 à 12 dans la quatrième.

Ces différentes roues ont rendu, toutes circonstances égales d'ailleurs, des sons identiques quant à la hauteur et à l'intensité, mais différents quant au timbre. Pour les quatre roues, le son était bon et agréable, mais plusieurs sons harmoniques viennent s'ajouter au son fondamental.

Ainsi, au son de la quatrième roue, qui produit l'impression d'un son fort et bas, vient s'ajouter son octave et sa double octave, c'est-à-dire des sons dont les nombres de vibrations sont avec le nombre de vibrations du son fondamental dans les rapports de 1 : 2 : 4. C'est surtout l'octave, le premier son harmonique, qui est intense.

Au son produit par la troisième roue sont venus s'ajouter le premier et le deuxième son harmonique (1 : 2 : 3), et c'est la quinte (1 : 3) qui est plus intense que l'octave (1 : 2). Le ton est plus clair que le précédent.

Au son fondamental produit par la deuxième roue s'ajoutent les sons harmoniques suivants : l'octave (1 : 2), qui est très faible ; la quinte de l'octave (1 : 3), qui est plus intense ; l'octave (1 : 4) est facilement saisie, de même que ses tons harmoniques 1 : 5, et 1 : 6, et 1 : 8.

La première roue donne un son plus faible que les trois autres, en même temps il semble être plus haut. On n'entend pas son octave ; mais, d'autre part, la double octave (1 : 4) est facilement perceptible.

M. Weber a pu vérifier ces résultats par la méthode optique. A cet effet, il s'est servi d'un téléphone de grandes dimensions, à aimant en forme de fer à cheval, donnant un son intense. Sur le bord de l'embouchure, il a ajusté une capsule manométrique semblable à celle proposée par M. *Kœnig* pour l'étude des vibrations de l'air. Les

flammes, vues au miroir tournant, prennent des formes très caractéristiques, très marquées et tout à fait différentes pour les sons produits avec les différentes roues.

Un groupe de dents se détachait toujours nettement, soit le groupe qui correspond au son fondamental. Ordinairement, ce groupe se composait de quatre dents moins tranchées, qui avaient des longueurs différentes suivant la roue à laquelle elles correspondaient. La première roue donne des dents toutes de même hauteur, de même valeur ; il n'y a donc, outre le ton fondamental, que le ton (1 : 4). En faisant jouer les autres roues, ces dents de second ordre prennent des longueurs différentes : la première et la troisième plus longues que la deuxième et la quatrième ; la deuxième et la troisième plus grandes que la première et la quatrième, la quatrième est la plus grande.

Ainsi, en résumé, les roues à dents larges donnent des sons plus forts et moins purs que les roues à petites dents.

Disposant la sirène, les piles et le téléphone comme il a été dit plus haut, le téléphone rend facilement le son correspondant à une roue quelconque, et les sons hauts avec la même facilité que les sons bas.

En établissant le circuit pour deux ou plusieurs roues, le téléphone donne le nombre correspondant de sons.

Si, en fermant le circuit sur deux ou plusieurs roues, on envoie dans le téléphone deux ondulations électriques de différente longueur d'onde, ces ondulations électriques interféreront comme les vibrations le font en général. Il y aura donc, à côté des ondes principales, une série d'ondulations de second ou troisième ordre, résultant justement de ces interférences. Elles agiront toutes sur la

plaque de fer doux du téléphone, pour donner naissance à des vibrations sonores correspondantes. On prévoit qu'on doit obtenir ainsi les sons résultants, étudiés surtout par M. *Helmholtz*, et divisés par lui en *sons différentiels* et en *sons additionnels.*

En effet, avec un téléphone de grandes dimensions et un courant provenant de 3 à 4 Daniells par roue, on arrive à produire des sons fondamentaux assez intenses pour entendre facilement quelques-uns des sons résultants. La perception est plus facile encore quand on choisit les sons fondamentaux de telle manière que les sons résultants se trouvent dans la région moyenne des sons perceptibles, et qu'en outre, les sons résultants sont dissonants avec les sons fondamentaux. Avec un peu d'exercice, on acquiert la faculté de saisir également le reste des sons résultants.

Si nous désignons par un chiffre romain le numéro de la roue de la sirène et par les chiffres ordinaires, écrits au-dessous, le nombre des dents de cette roue, nous aurons les correspondances suivantes :

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
24	27	30	32	36	40	45	48	54	60	64	72

et les

ut_1 $ré_1$ mi_1 fa_1 sol_1 la_1 si_1 ut_2 $ré_2$ mi_2 fa_2 sol_2

auront un nombre de vibrations qui sera un multiple quelconque des nombres de la série précédente, Soit p ce multiple.

Voici quelques-uns des résultats qu'on obtient facilement :

1. Les roues I et III donnant les sons fondamentaux

$ut_1 = p. 24 = n_1$, et $mi_1 = p. 30 = n_2$, donnent naissance aux sons résultants suivants :

$$\begin{aligned} ut_1 &= p.6 = p\,(n_2 - n_1) \\ sol_0 &= p.18 = p\,(2\,n_1 - n_2) \\ ré_2 &= p.54 = p\,(n_1 + n_2) \\ la_1 &= p.40 \end{aligned}$$

2. De même, les roues I et VII, donnant

$$ut_1 = p.44 = n_1 \text{ et } si_1 = p.45 = n_2,$$

ont les sons résultants

$$\begin{aligned} (la\sharp_0) &= p.21 = p\,(n_2 - n_1) \\ (sol\flat_2) &= p.69 = p\,(n_1 + n_2) \end{aligned}$$

3. Les roues III et VII donnent

$$mi_1 = p.30 = n_1 \text{ et } si_1 = p.45 = n_2$$

et en outre

$$\begin{aligned} mi_0 &= p.15 = p\,(n_2 - n_1) \\ sol\sharp_2 &= p.75 = p\,(n_2 + n_1) \end{aligned}$$

4. Les roues V et VIII donnent d'abord

$$sol_1 = p.36 = n_1 \text{ et } ut_2 = p.48 = n_2$$

et en même temps

$$\begin{aligned} ut_0 &= p.12 = p\,(n_2 - n_1) \\ ut_1 &= p.24 = p\,(2n_1 - n_2) \\ (la\sharp_2) &= p.84 = p\,(n_1 + n_2) \end{aligned}$$

5. Les roues I et IX donnent

$$ut_1 = p.24 = n_1 \text{ et } ré_2 = p.54 = n_2,$$

et les sons résultants

$$\begin{aligned} mi_1 &= p.30 = p\,(n_2 - n_1) \\ ut_1 &= p.6 \;\; = p\,(n_2 - 2n_1) \\ (la^{\flat}_2, la_2) &= p.78 = p\,(n_1 + n_2) \end{aligned}$$

6. Les roues I et X donnent

$$ut_1 = p.24 = n_1 \text{ et } mi_2 = p.60 = n_2,$$

et en outre les sons

$$\begin{aligned} sol_1 &= p.36 = p\,(n_2 - n_1) \\ ut_2 &= p.48 = \\ (la^{\sharp}_2) &= p.84 = p\,(n_1 + n_2) \end{aligned}$$

7. Les roues X et XI donnent

$$ut_1 = p.24 = n_1 \text{ et } fa_2 = p.64 = n_2,$$

et comme sons résultants

$$\begin{aligned} la_1 &= p.40 = p\,(n_2 - n_1) \\ ut_2 &= p.48 \\ (si^{\flat}_2, si_2) &= p.88 = p\,(n_2 + n_1) \end{aligned}$$

8. Les roues I et XIII donnent

$$ut_1 = p.24 = n_1 \text{ et } la_2 = p.80 = n_2,$$

et encore

$$(\text{ré}_2, \text{ré}\sharp_2) = p.56 = p\,(n_2 - n_1)$$
$$\text{fa}_1 = p.32 = p\,(n_2 - 2n_1)$$
$$\text{ut}_2 = p.48 = p\{n_2 - (n_2 - 2n_1)\}$$
$$\text{la}_1 = p.40 =$$
$$(\text{ut}\sharp_3, \text{ré}_3) = p.104 = p\,(n_2 + n_1)$$

9. Les roues I et XIV donnent

$$\text{ut}_1 = p.24 = n_1 \text{ et } \text{si}_2 = p.90 = n_2,$$

et en outre

$$(\text{fa}_2) = p.66 = p\,(n_2 - n_1)$$
$$(\text{la}\sharp_1) = p.42 = p\,(n_2 - 2n_1)$$
$$\text{sol}_0 = p.18 = p\,(n_2 - 3n_1)$$
$$(\text{ré}\sharp_3, \text{mi}\flat_3) = p.114 = p\,(n_2 + n_1)$$

10. Les roues I et XVI donnent

$$\text{ut}_1 = p.24 = n_1 \text{ et } \text{ré}_3 = p.108 = n_2,$$

et encore les sons résultants

$$(\text{la}\sharp_2) = p.84 = p\,(n_2 - n_1)$$
$$\text{mi}_2 = p.60 = p\,(n_2 - 2n_1)$$
$$\text{sol}_1 = p.36 = p\,(n_2 - 3n_1)$$
$$(\text{fa}\sharp_3) = p.132 = p\,(n_2 + n_1)$$

11. Les roues I et XVII donnent d'abord

$$\text{ut}_1 = p.24 = n_1 \text{ et } \text{mi}_3 = p.120 = n_2$$

et les sons résultants

$$ut_3 = p.96 = p\,(n_2 - n_1)$$
$$sol_2 = p.72 = p\,(n_2 - 2n_1)$$
$$ut_2 = p.48 = p\,(n_2 - 3n_1)$$

12. Les roues XIV et XVII donnent

$$ut_3 = p.96 = n_1 \text{ et } mi_3 = p.120 = n_2$$

et le son résultant

$$ut_1 = p.24 = p\,(n_2 - n_1).$$

Les sons fondamentaux n'ont été que faibles quand la vitesse de rotation était la même que dans les cas précédents ; mais, d'autre part, le son de différence de premier ordre a été très intense, plus intense même que les sons fondamentaux.

Au lieu d'étudier les sons résultants de deux sons fondamentaux, cette sirène permet d'étudier les sons résultants de trois ou plusieurs sons fondamentaux.

Une expérience préliminaire fait connaître que les sons résultants deviennent très nombreux et très intenses, et que les sons fondamentaux, au contraire, deviennent plus faibles.

M. Weber se réserve de reprendre peut-être cette partie de son étude plus tard, s'il peut réaliser les conditions nécessaires pour les expériences.

Les physiologistes se sont disputés longtemps sur la question de savoir si les sons résultants ont une existence réelle, physique, en dehors de l'organe de l'ouïe, ou s'ils ne sont qu'une perception du sens de l'ouïe ayant pour cause un certain trouble dans les parties de l'organe qui transmettent les vibrations

M. *Helmholtz* a donné en 1856, dans les Annales de

Poggendorff[1], une théorie des sons résultants, indépendante de questions physiologiques, et il a ajouté à cette théorie une preuve expérimentale de l'existence physique de ces sons résultants, en démontrant qu'une membrane convenablement tendue résonne à l'unisson avec ces sons résultants.

Les expériences faites avec la sirène, dont nous avons donné le résumé sous n° 8, fournissent une preuve nouvelle et meilleure de l'exactitude de l'idée de M. *Helmholtz;* car, si un son résultant est entendu au téléphone, c'est bien par la vibration réelle de la plaque du téléphone et de l'air que nous l'entendons.

M. E. Warburg, professeur à l'Université de Fribourg en Brisgau, présente quelques remarques sur *la phosphorescence des tubes de Geissler.* Lorsqu'ils contiennent certaines compositions gazeuses spéciales suffisamment raréfiées, les tubes de Geissler possèdent la propriété bien connue de luire encore plusieurs secondes après que la décharge électrique a cessé de passer. L'étude approfondie de ce phénomène a été faite par Morren[2] et a été reprise plus tard par M. Édouard Sarasin[3] et par d'autres observateurs.

M. Warburg a recherché si cette phosphorescence peut-être expliquée par des décharges secondaires entre les parois de verre chargées par le courant. L'expérience qu'il a faite et qu'il décrit écarte cette interprétation. Ayant un tube de Geissler dont le contenu gazeux raréfié est doué de cette propriété, M. Warburg l'ouvre à

[1] Helmholtz, *Pogg. Ann.* t. XCIX, p. 497 à 540.

[2] *Annales de Chimie et de Physique*, 4me série, 1865, t. IV, p. 293.

[3] *Archives des Sciences phys. et nat.*, 1869, t. XXXIV, p. 243.

une de ses extrémités et y fait pénétrer l'air extérieur, pendant que se produit le phénomène de la phosphorescence. La lueur refoulée continue à se produire alors et avec un assez grand éclat encore à l'autre extrémité du tube. La matière phosphorescente est donc comprimée à ce bout de tube tout en continuant à luire. Cette expérience qui s'explique facilement en admettant que la phosphorescence tient à une transformation chimique ou physique du contenu du tube indépendante des actions extérieures, ne peut pas en revanche être interprétée dans l'hypothèse des courants électriques entre les parois du tube.

M. le professeur F. KRAFFT de Bâle communique la suite de ses recherches sur *les corps gras à molécule multiple, et sur leurs points de fusion comme températures de comparaison*. Les alcools synthétiques, $C_nH_{2n+2}O$, décrits précédemment par l'auteur, et dont l'alcool cétylique brut renferme, outre l'hexadécylalcool $C_{16}H_{34}O$, principalement encore l'octadécylalcool $C_{18}H_{38}O$ furent utilisés par lui pour la préparation de quelques nouvelles séries de dérivés. Ils donnent par réduction les *paraffines* normales C_nH_{2n+2} décrites déjà il y a deux ans. La préparation des *oléfines* supérieures réussit facilement lorsqu'on éthérifie ces alcools en les chauffant avec du chlorure de palmityle $C_{16}H_{31}OCl$ et qu'on distille à une basse pression les éthers ainsi obtenus. Il se produit alors de l'acide palmitique et un homologue de l'éthylène C_nH_{2n}. En mélangeant ensuite ces oléfines avec du brome on obtient leurs produits d'addition bien cristallisés $C_nH_{2n}Br_2$. Ceux-ci traités à 120° par de la potasse alcoolique perdent 2BrH et donnent ainsi une troisième série de carbures d'hydrogène nouveaux appartenant à la série de l'acétylène C_nH_{2n-2}.

Il y a deux ans l'auteur avait fait sur 19 paraffines normales l'observation qu'au moment de leur fusion des volumes égaux de ces corps présentent à peu près le même poids. Par exemple, à son point de solidification, qui est à — 26°5, un litre d'undecan liquide $C_{11}H_{24}$ pèse 774 grammes tandis qu'un litre de pentatriacontan $C_{35}H_{72}$ fondu pèse 781 gr. à son point de solidification qui est à +74°7. Sur les 23 paraffines homologues comprises entre ces deux types, 17 ont été étudiées au même point de vue et les observations faites sur elles démontrent que toutes possèdent à très peu près la même densité à leur point de solidification. Ce fait singulier était d'abord tout à fait isolé, mais comme il s'y attendait M. Krafft l'a vu se reproduire dans ses nouvelles séries d'oléfines et d'acétylènes. Il cherche à l'expliquer provisoirement par cette considération que ces hydrocarbures présentent des proportions presque identiques de leurs deux constituants (par exemple $C_{11}H_{24}$ contient 84,61 °/₀ C, et 15,39 H, $C_{35}H_{72}$ contient 85,37 C et 14,63 H) et une constitution (normale) tout à fait analogue. Pour évaluer l'influence du poids moléculaire M sur le volume moléculaire $\frac{M}{S}$ on déduit ce dernier du poids spécifique S de la substance à son point de fusion et de son poids moléculaire M ($H_2=2$). On observe ainsi dans les groupes ci-dessus qu'à chaque nouvel apport de C_2H_4 correspond une augmentation constante du volume moléculaire égal à 35,7. C'est ce que montre le tableau suivant :

LIQUIDE		Poids spécifique S	Poids moléc. M	Volum. moléc. $\frac{M}{S}$	Différence.
Undecan	$C_{11} H_{24}$	$d_{-26.5}=0.7745$	156	201.4	$>71.8=2\times35.9$
Pentadecan....	$C_{15} H_{32}$	$d_{+10}=0.7758$	212	273.2	$>71.5=2\times35.7$
Nonadecan....	$C_{19} H_{40}$	$d_{32}=0.7774$	268	344.7	$>71.5=2\times35.7$
Tricosan......	$C_{23} H_{48}$	$d_{47.7}=0.7785$	324	416.2	$>71.2=2\times35.6$
Heptacosan....	$C_{27} H_{56}$	$d_{59.5}=0.7796$	380	487.4	$>71.0=2\times35.5$
Hentriacontan .	$C_{31} H_{64}$	$d_{68.1}=0.7808$	436	558.4	$>71.0=2\times35.5$
Pentatriacontan	$C_{35} H_{72}$	$d_{74.7}=0.7816$	492	629.4	

La même loi s'applique aussi à d'autres séries homologues des acides gras supérieurs, des kétones, des alcools et des nitriles. On en peut tirer pour la première fois cette conclusion que pour des séries étendues de liquides le point de solidification constitue un point de comparaison parfaitement caractéristique.

M. Édouard SARASIN de Genève présente un court rapport sur les travaux de la Commission spéciale nommée par *la Société de Physique et d'Histoire naturelle* de Genève pour l'étude *de la transparence de l'eau du lac Léman* [1]. Il décrit les expériences préliminaires faites dans le port de Genève pour déterminer la distance à laquelle est transmise dans l'eau la lumière d'une lampe électrique qui y est plongée. La principale cause qui fait varier la transparence de l'eau est la présence en plus ou moins grande quantité de poussières en suspension qui absorbent et diffusent la lumière. Il s'est trouvé que la lumière ainsi diffusée se propage, dans tous les cas, à une distance approximativement double de celle à laquelle on cesse de

[1] Voyez sur ce sujet *Archives*, 1884, t. XII, p. 158.

voir le point lumineux et qu'on peut appeler distance de vision nétte. Ces limites ont beaucoup varié suivant les jours d'observation de 21^m à $38^m,50$ pour la vision nette, de $43^m,80$ à $82^m,80$ pour la lumière diffuse.

D'autres expériences ont été faites par la Commission dans la région des plus grands fonds du lac en avant d'Évian pour déterminer, à l'aide de l'action produite sur des plaques photographiques au gélatino-bromure d'argent, à quelle profondeur la lumière du jour pénètre dans l'eau. L'appareil employé avait été imaginé par M. le prof. Fol, il consiste en un châssis photographique en laiton s'ouvrant automatiquement à une profondeur voulue sous l'action d'un plomb de sonde. Il n'a été fait encore que des essais préliminaires desquels il résulte que vers 170^m de profondeur l'intensité est réduite à peu près à celle d'une nuit claire sans lune. Ces expériences seront reprises par la Commission en vue de déterminer la limite extrême à laquelle pénètre la lumière.

Le Dr E. Schumacher-Kopp, chimiste cantonal à Lucerne, présente quelques faits observés par lui dans sa pratique analytique.

Il parle d'abord de quelques cas d'empoisonnement par l'arsenic et de l'avantage que présentent les méthodes du prof. Dr A. Kaiser de St-Gall pour la recherche de l'arsenic (décomposition par l'acide sulfurique des matières organiques, transformation de l'arsenic en chlorure d'arsenic et traitement de ce dernier dans l'appareil de Marsch).

Il attire l'attention sur l'importance qu'il y a dans la recherche de taches de sang à examiner au microscope les objets eux-mêmes; il a pu ainsi déterminer

exactement la forme de la lame d'un couteau qui avait été essuyé sur une blouse, la tache ayant été cependant lavée et conclure à la possession d'un couteau par l'examen de la pelote de fibres de tissus trouvée dans la poche du criminel, qui niait en avoir eu un en sa possession.

Relativement à la fabrication des fromages et de recherches sur les causes d'infériorité de certains laits, il attire de nouveau l'attention sur le danger de traire les vaches nymphomatiques, dont le lait renferme des amas cellulaires suspects et généralement aussi des bactéries.

Il relate enfin ses recherches sur les eaux potables du canton de Lucerne, qui lui ont permis de découvrir et de supprimer la cause de plusieurs foyers d'épidémie typhoïde.

A propos d'expertises sur des écrits où il s'agit de savoir s'ils ont été faits à la même époque et avec la même encre, M. Schumacher relève l'importance en dehors de l'action des agents chimiques, d'examiner le pouvoir d'imbibition du papier.

Plusieurs procès relatifs à des vins trop plâtrés ont donné occasion à M. Schumacher d'étudier des vins de Sicile naturels, obtenus grâce à l'obligeance du prof. Dr Ricciardi à Catane. Ces vins restent au-dessous de la moyenne généralement admise de 2 gr. de sulfate de potasse par litre, par conséquent l'influence du sol volcanique mise en avant par les vendeurs est nulle ; le plâtrage excessif auquel ils se livrent est fortement blâmé par le prof. Ricciardi, ainsi que l'habitude de soufrer trop fortement les tonneaux, ce qui en partie aussi augmente la teneur du vin en sulfates ou sulfites. L'asti mousseux qu'on importe en grande quantité d'Italie, renferme avec 12,43 $^{0}/_{0}$ de matières extractives seulement 3,69 $^{0}/_{0}$ en

poids d'alcool au lieu d'environ 5 $^{0}/_{0}$ que doit contenir tout bon vin, cette faible proportion d'alcool ne provient pas d'addition d'acide salycilique ou borique, ce qui aurait eu pour effet d'empêcher la fermentation, mais bien de la filtration du moût, ce qui le prive en partie de ses ferments.

M. le Dr Robert WEBER, professeur à Neuchâtel, rend compte d'une *étude expérimentale sur le mouvement gyratoire des corps solides à la surface des liquides.*

Le mouvement gyratoire de corps solides à la surface des liquides est connu depuis longtemps. Le premier cas observé paraît avoir été celui du camphre sur l'eau. *Frankenheim* [1] signale outre le mouvement du camphre sur l'eau et le mercure, celui du phosphore, de l'iode, du nitrate de mercure, du nitrate de cuivre et de l'acide benzoïque sur le mercure froid, des métaux très fusibles sur le mercure chaud.

MM. Matteucci [2], P. Du Bois-Reymond [3], Dutrochet [4], B. Prévost [5], Venturi [6] et Joly [7] ont fait de ce phénomène une étude spéciale, mais ne sont point d'accord sur la cause qui le produit.

La première question qui se pose est celle de savoir quels sont les corps qui présentent le phénomène de gyration. M. Weber a opéré presque exclusivement sur

[1] Frankenheim, M. L., *Lehre von der Cohæsion.* 1835.

[2] Matteucci, *Annali delle science del Regno Lombard-Ven.* 1833. III, p. 194.

[3] P. Du Bois-Reymond, *Poggendorff's Annalen*, CIV, p. 193.

[4] Dutrochet, *Comptes Rendus* des 4, 11 et 18 janvier 1841.

[5] B. Prévost, *Annales de chimie*, t. 21.

[6] Venturi, *Annales de chimie*, t. 21.

[7] N. Joly, *La Nature*, 1884.

des sels d'aniline et des couleurs dérivées du goudron de houille ; le liquide employé a été l'eau dans la plupart des cas.

L'appareil et la méthode d'observation sont des plus simples :

Pour une première observation générale du phénomène, on prend une assiette en porcelaine blanche, dans laquelle on dispose une couche de liquide plus ou moins épaisse sur la surface de laquelle on projette une ou plusieurs particules du corps servant à l'étude. Pour mieux voir les détails du mouvement, M. Weber projetait le phénomène sur un écran, avec un grossissement linéaire d'environ quarante. Dans ce cas, le vase qui contenait le liquide et le solide à étudier était formé par une plaque de verre sur laquelle était collé un anneau en métal ayant environ un centimètre de hauteur. Ces projections se faisaient ordinairement avec la lumière du soleil et ce sont elles qui ont le mieux révélé la nature et la cause du phénomène. Celui-ci affecte deux types différents, course rapide en divers sens avec mouvement de rotation et étalage de la substance à la surface du liquide.

Le tableau qui suit donne une liste des principales substances reconnues comme possédant cette propriété. Une vingtaine d'autres substances analogues ont été soumises au même examen.

Les substances employées provenaient des deux fabriques de couleurs d'aniline et de produits dérivés du goudron de houille de MM. Bindschedler, Büsch et C°, à Bâle, et de M. J.-R. Geigy, à Bâle.

NOM, COMPOSITION	SOLUBILITÉ	CRISTALLISATION	MOUVEMENT GYRATOIRE			MOUVEMENT D'ÉTALAGE
			DOMAINE	VITESSE	DURÉE	
Chlorhydrate d'aniline................	très grande	feuilles	grand	très grande	grande	
Sulfate d'aniline......................	petite	aiguilles	Id.	petite	moyenne	
Vert solide, sel double de zinc.........	moyenne	colonnes	Id.	grande	grande	
Vert solide BB, sel double de zinc, préparé avec du benzaldéhide chloré....	petite	grains très petits	moyen	moyenne	petite	
Vert solide, oxalate..................	très grande	feuilles minces	grand	très grande	Id.	
Vert solide, dérivé éthylique, sulfate....	grande	grains très petits	moyen	Id.	Id.	
Vert de méthyle, sel double de zinc.....	Id.	gr.tr.pet.imparf.	quelq. grains	moyenne		rapide et grand
Vert de méthyle, cristaux bruns	Id.	grains et colonnes	moyen	grande	grande	
Violet 5 B, benzylisé, en poudre	faible	amorphe	petit	petite	petite	
Violet 5 B, benzylisé..................	grande	aiguilles	moyen	moyenne	grande	
Violet 5 B, non benzylisé.	Id.	gr. et col. imparf.	grand	grande	Id.	
Violet B, sel double de zinc...........	moyenne	grains très petits	petit	petite	petite	lent et peu étendu
Violet de méthyle B, en morceaux	Id.	cassure concoïde	grand	moyenne	grande	
Violet hexaméthylé, chlorhydrate.	très grande	aiguilles	Id.	grande	Id.	
Violet hexaméthylé, chlorhydrate	grande	imparf. (fondu)	petit	petite	petite	
Violet 6 B, chlorhydrate	très grande	Id.	moyen	Id.	Id.	
Violet B, chlorhydrate	grande	imparfaite	grand	moyenne	moyenne	rap. p[r] la partie non cristal.
Safranine..............................	Id.	amorphe	petit	très petite	petite	grand en étendue et vitesse
Orangé [1].............................	Id.	Id.	très petit	Id.	Id.	énergique
Orangé N	très petite	pet. feuil. minces	petit	petite	Id.	faible et peu étendu
Auramine	grande	grandes feuilles	grand	grande	grande	
Bleu de méthylène, chlorhydrate.......	très lente	amorphe		nulle		guère
Bleu alcalin 2 B, sel sodique [2] de l'acide sulfoconjugué	très petite	cassure concoïde	petit	petite	Id.	petit

Bleu de rosaniline[3]	grande	grains très petits	petit	petite	petite	lent
Chlorhydrate de monométhyl rosaniline.	moyenne	grains	moyen	grande	grande	
Ethyléosine.	lente	très petits	quelqu. crist.	Id.	petite	faible
Safrosine[4], sel sodique de la nitro-bromo-fluorescéine.	grande	cristaux cassés	petit	faible	Id.	rapide
Diméthylphénylène safranine	Id.	très petits	grand	grande	moyenne	
Sel potassique de la tétrabromorésorcine-chlorphtaline.	très grande	imparfaite	moyen	moyenne	petite	rapide
Sel potassique de l'éosine	Id.	amorphe	quelq. partic.		courte	énergique
Vert dér. de la para-nitro-benz-aldéhyde[5].	petite	très petits	petit	grande	moyenne	
Chrysoïdine, chlorhydrate.	grande	Id.				rapide
Orangé acidé, sel sodique de l'acide sulfo-conjugué. N° 19.	très grande	amorphe				Id.
Phosphine, azotate.	Id.	Id.				Id.
Crocéine 3 B, sel sod. de l'ac. sulfoconj.	Id.	Id.				Id.
Ponceau RR	Id.	Id.				énergique
Purpurine	faible	Id.				faible
Chlorydr. de tétra méthyl para rosaniline.	Id.					lent
Sel potassique du vert Helvetia.	moyenne	Id.				rapide
Sulfate de diamido triphénilmétane.	petite					faible
Sel potassique de la méthyléosine	très petite	très petite		nulle		Id.

[1] Parfois il se trouve une agglomération qui se dissout de plusieurs côtés et présente alors un phénomène rappelant les polypes.

[2] Cette substance se dissout lentement par une série de petites explosions, et révèle de cette façon la cause du mouvement gyratoire.

[3] Le mouvement est dû à des cristaux de nature étrangère.

[4] Les « polypes » du N° 19 se retrouvent plus prononcés.

[5] Le mouvement de cristaux présente un aspect tout différent de celui du « vert solide ».

En ce qui concerne l'influence de la constitution du corps, l'examen des corps énumérés nous apprend que *ce sont les corps cristallisés qui donnent le phénomène d'un mouvement de gyration rapide ; que les corps à structure cristalline ont le mouvement de gyration et d'étalage*, *et que les corps non cristallisés ne font que s'étendre.*

Si l'on réduit le chlorhydrate d'aniline en poudre fine, en broyant les cristaux, et si l'on met de cette poudre sur la surface de l'eau, on retrouve le phénomène de gyration comme pour les cristaux, à cette différence près que cette fois le phénomène ne dure qu'un instant.

Le vert solide, en feuilles, nº 5, qui a un mouvement de gyration de grande vitesse et de grande durée, ne présente plus ce phénomène que pour quelques petites particules, le reste donnant le phénomène d'étalage, dès que ce corps est pulvérisé, c'est-à-dire dès qu'il est dans un état très imparfait de cristallisation. Un même corps a un mouvement gyratoire d'autant plus rapide qu'il est plus parfaitement cristallisé. Comme exemple, on peut citer le « vert solide » nºs 4 et 5; le « violet 5 B, » nºs 9, 10 et 11 ; le « violet hexaméthylique, » nºs 14 et 15.

Pour se rendre un compte plus exact de l'influence et de l'importance de cette constitution, M. Weber a entrepris une série d'expériences avec des cristaux de grande dimension. Son étude a porté sur l'influence des différentes faces naturelles du cristal et de ses sections artificielles, sur la question de savoir si la solubilité des cristaux est différente suivant les axes du cristal.

Pour savoir si les différentes faces et sections d'un cristal sont inégalement dissoutes par l'eau, l'auteur a fait quelques essais avec le ferrocyanure de potassium.

En exposant une surface d'environ 6 cm^2, *clivée* parallèlement aux axes égaux, la quantité de sel dissoute par

centimètre carré et par minute a été de 9,2 milligr. Cette quantité est la moyenne des trois quantités 9,2 mg., 8,5 mg., et 9,8 milligrammes.

Une autre face, *artificielle* et taillée avec une lime parallèlement à la face naturelle du cristal, cédait à l'eau, pour les mêmes unités, un poids de 19 milligrammes.

Une troisième face, *naturelle, face du cristal,* présentait à l'eau environ 1 cm^2, 4 et cédait à celle-ci en moyenne par centimètre carré et par minute, 17 mg., 9. Les quatre quantités, dont celle-ci est la moyenne, montrent en outre, comme les précédentes, que la quantité de sel dissoute par minute est d'autant plus grande que le cristal est exposé plus longtemps à l'effet du dissolvant. Ce fait est facile à comprendre quand on observe que les faces deviennent de plus en plus irrégulières, à mesure que la solution se prolonge.

Les trois quantités moyennes de 9 mg., 2, de 17 mg., 9 et de 19 mg. correspondant aux faces clivée, naturelle et artificielle, nous prouvent assez que *la solubilité est différente suivant les différentes faces d'un cristal.*

Les figures de solubilité étudiées par F. Exner [1], ainsi que les expériences faites par Lavizzari [2], en exposant les faces de spath calcaire à l'action de l'acide azotique concentré, conduisent au même résultat.

Une différence de solubilité dans les divers points des substances colorantes cristallisées et non cristallisées peut en outre provenir d'une très faible couche de résine qui s'y est déposée, reste de substances résineuses que la fabrication en grand ne peut guère enlever. Une pareille

[1] F. Exner, *Akademie der Wissenschaften.* Wien, B. LXIX. 1874.

[2] Lavizzari, *Nouveaux phénomènes des corps cristallisés.* Lugano, 1865.

couche se trouve en effet sur la plupart des corps énumérés qui, sont tous purs au point de vue de la technique.

La question qui se présente ensuite le plus naturellement, c'est celle de savoir quelle est l'influence du liquide sur lequel les cristaux se meuvent et sur le mouvement lui-même. En examinant toujours le vert solide (oxalate), M. Weber a obtenu les résultats suivants :

1° Sur l'*eau*, le mouvement est énergique et de longue durée; la solubilité est grande.

2° Sur l'*alcool*, le mouvement est nul, la solubilité est très grande, le corps tombe sans arrêt à travers la surface dans l'intérieur du liquide.

3° Sur l'*éther sulfurique*, ce ne sont que les toutes petites particules qui se meuvent, et encore le mouvement n'est que de courte durée et peu énergique. La plupart des particules traversent immédiatement la surface. La solubilité est minime et lente.

4° Le *sulfure de carbone* permet un mouvement oscillatoire au sein du liquide pour autant que le corps tombe; mais ce mouvement est évidemment dû à la forme (feuilles) du cristal. La solubilité est nulle.

5° *Benzine*, Point de mouvement; solubilité nulle.

6° *Essence de thérébentine*. Pas de mouvement; solubilité minime.

7° *Huile d'olive*. De même.

8° La *fuchsine* dans l'alcool ne donne point de mouvement; la solubilité est très grande; point d'arrêt à la surface.

Le mouvement ne semble donc avoir lieu que quand le corps est soluble dans le liquide et que la tension superficielle du liquide est assez grande pour retenir le corps.

On obtient, par les essais mêmes, une solution de plus

en plus concentrée du corps qui se meut à la surface. Il suffit que cette solution soit très peu concentrée pour que le mouvement gyratoire devienne de plus en plus faible et qu'il finisse par s'arrêter complètement.

Dans une solution concentrée de sel de cuisine, le mouvement du « vert solide » est très lent. La solubilité est beaucoup plus petite que dans l'eau. On voit presque chaque molécule du corps se séparer du corps principal. La séparation est tellement violente qu'on croit voir des explosions. Les deux parties du corps se meuvent en sens opposés. Sous cette forme de l'expérience, il est facile de reconnaître que la solution a lieu du côté opposé à celui où le corps se dirige. Pour aviver ce mouvement, on n'a qu'à se servir d'une solution non concentrée.

Ce mouvement pulsateur, qui révèle, à ce qu'il semble, la seule cause du mouvement gyratoire, se retrouve dans les deux substances peu solubles du « bleu alcalin 3 B » et du « bleu de rosaniline. » A l'œil nu et sans grossissement, on peut suivre le mouvement des petits morceaux, le moment où quelques petites particules s'en détachent d'un côté ou de l'autre, et le rapport approximatif des masses et des vitesses relatives.

Dans un mélange non homogène, non agité d'eau et d'une solution concentrée de sel de cuisine, le phénomène est moins énergique et, pour cette raison, plus instructif. Au moment même où le corps arrive à la surface, on voit (et surtout en projection) le mélange de sel et d'eau s'effectuer à l'aide de mouvements qui ont lieu au sein même du liquide. Des stries colorées, séparées par des couches transparentes, partent du point où se trouve le corps. Ces stries sont le plus minces du côté du corps; elles sont mieux développées et plus stables quand

le corps lui-même reste en place, collé ou retenu contre la paroi du vase, par exemple. Dans cette position, on voit ensuite l'eau du fond se mouvoir contre le corps, s'approcher plus vivement de lui, pour partir ensuite le long de la surface dans une direction quelconque. Le sens de ces courants de liquide est donc de l'intérieur vers la surface et le long de celle-ci.

Une augmentation de l'énergie avec laquelle le dissolvant attaque le corps semble devoir augmenter la vitesse du mouvement gyratoire. En effet, le tétraméthyl-diamido-triphénylméthane (Leukobase) n'a qu'une vitesse faible pour autant qu'elle se trouve sur l'eau, mais dès qu'on ajoute quelques gouttes d'acide chlorhydrique à cette eau, le mouvement devient plus rapide.

La nature de la surface, la tension superficielle du liquide, doit être de la plus grande importance pour le phénomène que nous étudions. Nous avons déjà vu que le mouvement gyratoire s'arrête dès qu'une quantité relativement petite se trouve en solution à la surface du liquide. Cette quantité aura très probablement modifié les propriétés de la surface. Le fait que le liquide mouille de plus en plus le corps à mesure qu'il se dissout agit aussi dans le sens d'une modification de la tension superficielle.

On reconnaît du reste facilement que la petite quantité de matière colorante, suffisante pour ne plus permettre le mouvement gyratoire, est également suffisante pour changer l'adhésion.

De ces observations, M. Weber déduit l'explication du phénomène de gyration des petits corps solides à la surface des liquides.

Il voit la cause du mouvement à la fois dans *la constitution des corps, et dans le pouvoir dissolvant que le liquide exerce sur eux.*

Le liquide attaque et dissout le corps avec des intensités différentes sur les diverses faces. Cette solution ne s'opère pas paisiblement; mais, au contraire, avec une grande rapidité, de sorte qu'en certains points l'équilibre moléculaire du solide est altéré sous l'influence des forces moléculaires (chimiques) du liquide. Cette destruction de l'équilibre, comparable à celle qui se produit dans les « larmes bataviques, » entraîne une petite explosion, qui projette la masse principale du corps dans une direction opposée à celle dans laquelle s'éloignent les plus petites particules.

« En se mouvant, le corps se dissout en arrière surtout. » Les lois de la mécanique nous apprennent que les vitesses du mouvement des parties projetées sont inversement proportionnelles à leurs masses et proportionnelles à la force explosive. Un même solide en mouvement à la surface d'un même liquide donnera naissance à des forces explosives égales ; les plus petites particules seront détachées et séparées par des forces égales en quantités sensiblement égales; la réaction sur le corps principal produira pour celui-ci une vitesse d'autant plus grande qu'il sera plus petit. L'énergie potentielle, donnant lieu aux explosions, est variable d'une substance à une autre.

Les différentes formes de trajectoire s'expliquent par la variation du point d'application de la force explosive (le centre de solubilité) et par des directions différentes de cette force par rapport au centre de gravité du corps, soit à la forme du corps. Le changement de direction dans le mouvement est la conséquence d'un changement du centre de solubilité ou d'un changement dans l'intensité relative des différents centres qui existent à la fois.

Pour ce qui est du cas particulier du camphre, il se meut à la surface de l'eau avec une vitesse assez grande et pendant un temps relativement très long. La direction n'a rien de fixe; la vitesse est inversement proportionnelle à la grandeur du morceau qui se meut. Le mouvement s'arrête assez vite si la surface de l'eau est petite, et plus vite encore si l'on couvre le vase avec une plaque de verre, par exemple. Mais ce qui distingue le camphre des corps dérivés du goudron de houille, c'est qu'il conserve son mouvement gyratoire sur le mercure. Ici, il est vrai, il n'est que très faible et d'une très courte durée. Le camphre, de structure cristalline, est peu soluble dans l'eau (une partie dans cent parties d'eau) et s'évapore dans l'air.

Sur un mélange d'eau et d'alcool, le mouvement du camphre est plus rapide qu'il ne l'est sur l'eau pure.

Si l'on ajoute à l'eau un tiers ou un quart d'une solution concentrée de sel de cuisine, sans en faire un mélange homogène, et si l'on y ajoute ensuite une substance colorante, « vert solide, » on reconnaît facilement quel est l'effet du camphre. La substance colorante dissoute ou non dissoute est déplacée par le camphre; elle s'éloigne de celui-ci; au contraire, depuis le bas de l'intérieur du liquide on voit l'eau et la substance colorante s'approcher du camphre. Ainsi, il se forme des courants continus, partant tous du morceau de camphre. Le camphre même se meut sur l'eau dans une direction opposée à celle du courant. En général, le mouvement du camphre sur l'eau présente les mêmes phénomènes que, par exemple, celui du « vert solide. » La cause du mouvement sera analogue à celle que nous connaissons pour le vert solide.

Sans avoir pu pousser jusqu'au bout la vérification de ces faits, M. Weber pense donc qu'une partie du camphre, en contact avec l'eau, se dissout à la surface de l'eau, s'y étale, soit par adhésion, soit par répulsion, et entraîne la partie de l'eau qui est à la surface; la partie solide se transporte du côté opposé. Plus l'étalage du camphre liquide sur l'eau est rapide, plus le mouvement du solide le sera aussi. En empêchant l'évaporation de la couche de camphre liquide, on empêche une nouvelle quantité de se détacher du solide, l'eau n'ayant plus de prise sur lui; c'est-à-dire que si l'on couvre le vase, le mouvement se ralentit.

Pour expliquer le très faible mouvement du camphre sur le mercure, on peut admettre la formation d'une couche mince de camphre liquide sur une étendue restreinte, formée soit par condensation seulement, soit par condensation et dissolution.

M. le professeur Kundt fait une seconde communication et traite cette fois *de la double réfraction des liquides dans le champ électrique*. Il rappelle tout d'abord la découverte de M. Kerr relative à la double réfraction des liquides électrisés et expose les différentes hypothèses à l'aide desquelles on peut chercher à l'expliquer. Il entreprend ensuite de démontrer qu'elle peut-être interprétée comme résultante de toutes les doubles réfractions produites dans le liquide par les mouvements qui naissent dans son sein pendant qu'il est électrisé. Ces mouvements consistent essentiellement en un va-et-vient entre les deux plaques métalliques servant à électriser le liquide. Par suite du frottement intérieur du liquide celui-ci devient anisotrope en ses différents points.

Les axes de la double réfraction qui se produit alors se trouvent en chaque point à 45° de la direction du mouvement. Mais l'ensemble des particules liquides anisotropes traversé par les rayons lumineux dans l'expérience de Kerr donne, comme le montre l'auteur, une double réfraction dont les axes correspondent à la direction générale du mouvement et lui sont perpendiculaires. L'auteur voit une preuve en faveur de son interprétation dans ce fait que la double réfraction électrique ne s'observe que dans les liquides et pas dans les solides, et de plus dans cet autre fait, reconnu par M. Röntgen, que les phénomènes optiques observés entre deux prismes de Nicol croisés, dans un liquide électrisé, peuvent être notablement modifiés par l'intervention d'un jet liquide latéral.

Géologie.

Président : M. le professeur Alph. FAVRE.
Secrétaire : M. Édouard Greppin.

A la première assemblée générale, M. A. FAVRE démontre la *Carte du phénomène erratique et des anciens glaciers du versant nord des Alpes suisses et de la chaine du Mont-Blanc,* qu'il vient de publier [1].

M. le professeur E. RENEVIER, de Lausanne, a lu à la deuxième assemblée générale un mémoire sur *les Facies géologiques,* que nous avons reproduit *in extenso* dans un de nos derniers numéros [2].

[1] *Archives des Sciences phys. et nat.*, 1884, t. XII, p. 395.
[2] *Archives*, 1884, t. XII, p. 297.

M. le professeur Lang fait à la section une communication *sur les surfaces polies et les marmites de géants produites par l'érosion, dans les carrières de Soleure.*

Dans l'été de 1880, on a déblayé, en vue de l'exploitation, un grand espace, et on a mis ainsi à découvert une surface polie et des marmites de géants des plus remarquables. Cette surface mesure du sud au nord 23 mètres de longueur, sur une largeur de 6 mètres. Les stries et les rainures parallèles qui s'y trouvent présentent la direction de 65° Est, direction qui concorde avec celle de la vallée. A plusieurs endroits, les Nérinées qui caractérisent le banc supérieur du calcaire sont rabotées et présentent leur coupe polie.

Tout l'espace était recouvert d'une couche de 4 $^1/_2$ mètres d'épaisseur, composée de galets, de sable et de limon, renfermant des cailloux striés de calcaire alpin noir et des blocs cristallins anguleux. Beaucoup de fragments de ces dernières roches se brisent facilement sous le marteau, parce que la décomposition en est avancée. Cette masse était sans stratification et parfaitement semblable par sa structure à une moraine actuelle.

Du côté septentrional de la surface polie se trouvent deux grandes dépressions, qui suivent la direction de la vallée; la plus importante mesure de l'ouest à l'est 7 mètres, sur une largeur de 3 $^1/_2$ mètres et une profondeur de 4 mètres. Dans cette marmite de géants elliptique, qui se prolongeait encore plus vers l'est, on a trouvé des pierres calcaires arrondies d'un mètre de hauteur et des galets cristallins plus petits. L'autre marmite, qui est moins profonde, renfermait des fragments analogues, parmi lesquels on distingue un gneiss blanc d'argent, riche en mica et à grain fin, et plusieurs galets arrondis de chlorite fibreuse.

Du côté du nord-ouest, des rigoles à parois lisses viennent aboutir dans ces marmites et, par places, elles présentent des élargissements en forme de pots. Malheureusement cette place a été en grande partie exploitée. Les parois des marmites sont tout à fait lisses, mais il ne s'y montre ni stries ni rainures; elles étaient du reste remplies de débris, de galets, de sable et de limon.

Voilà les faits : il est naturel de se demander maintenant *quand* et *comment* ils se sont produits.

Il n'est pas difficile de résoudre la question de l'époque à laquelle il faut les rapporter. Les surfaces polies se trouvent sur les bancs de Nérinées de l'étage ptérocérien. Elles sont recouvertes immédiatement d'un dépôt glaciaire. Il est vrai que dans la colline des carrières on trouve des formations tertiaires. Ainsi les crevasses verticales du jurassique supérieur sont remplies par le terrain dit sidérolithique. Il se compose de bolus rouge brun, renfermant des grains de minerai de fer et des sables siliceux blancs et jaunâtres. Les parois qui le contiennent sont corrodées d'une manière particulière, comme les lapias à la surface des terrains jurassiques; des dents de Paleotherium et d'Anaplotherium le font rapporter à l'éocène. Le versant oriental de la colline est recouvert de molasse d'eau douce, mais il n'y en a pas de traces à l'endroit où se trouvent les surfaces polies. Il est probable qu'elle a été enlevée par dénudation ou usée et détruite par le mouvement du glacier. Toutes ces circonstances font rapporter le polissage de la surface et la formation des marmites de géants à l'époque diluvienne.

La question de savoir *comment* ces effets se sont produits peut donner lieu à quelque controverse. Les surfaces polies, les stries parallèles dirigées dans le sens de la

vallée, le dépôt morainique sans stratification et les blocs erratiques qu'il renferme sont des traces et des documents évidents de l'action glaciaire. M. le professeur Hagenbach-Bischoff a fait une observation intéressante, savoir que, près des rainures, il se trouve des dessins formés de lignes courbes consécutives qui proviennent d'un écaillement de la roche, fait qu'il a aussi observé sur le calcaire du glacier inférieur de Grindelwald, et qui nous renseigne sur la direction du mouvement de la glace.

Comment est-ce que les marmites de géants se sont formées? Il n'est pas douteux qu'elles ne doivent leur origine à une érosion produite par l'eau. C'est ce que prouvent leurs parois lisses sans stries ni rainures, les grosses pierres et les petites meules accompagnées de sable qui s'y trouvent, enfin les rigoles qui y débouchent. Les blocs cristallins polis qui sont au fond fournissent la preuve que l'érosion ne saurait être plus ancienne que le transport des matériaux erratiques par le glacier du Rhône. Elle ne peut pas avoir eu lieu dans la période post-glaciaire, puisque les débris de la moraine se sont déposés dans les marmites à la fonte de la glace. Il résulte de ces faits que le creusement s'est opéré dans le temps où le glacier couvrait encore la région.

Il est plus difficile de résoudre le problème relatif à la *direction* de l'écoulement et à l'*origine* du courant d'eau. Tandis que les couches du jurassique supérieur s'abaissent vers le sud sous un angle de 9°, les couloirs ne suivent pas cette pente naturelle, mais se dirigent vers l'est, à peu près comme les rainures de la surface polie. Il paraît donc que le courant qui se trouvait sous la glace suivait la direction de la marche du glacier. Jusqu'à présent on n'a encore point trouvé d'indication qui per-

mette de décider si l'existence de lapias ou d'une crevasse remplie d'éocène a déterminé la direction du couloir. Comme il n'y a aucun point plus élevé d'où pouvait venir une quantité d'eau notable, il faut attribuer l'érosion à l'eau de fonte du glacier. Elle doit avoir passé pendant longtemps dans le couloir, pour y opérer le creusement de la marmite. Pour expliquer complètement cet intéressant phénomène, il y a encore des énigmes à résoudre; aussi il faut savoir gré à la ville de Soleure de n'avoir pas craint de faire un sacrifice pécuniaire, pour conserver ces importants documents de l'histoire ancienne de la terre.

M. Gilliéron met sous les yeux de la section des *vues des montagnes de la chaîne du Stockhorn et du Simmenthal,* coloriées géologiquement, et en explique la structure. La nature de cette communication ne permet guère de la reproduire ici, d'autant plus que ces vues seront publiées prochainement dans les *Matériaux pour la carte géologique de la Suisse.*

M. le professeur Heim traite dans une première communication les conditions climatériques du phénomène des glaciers. En les comparant dans les différentes régions de notre globe, il en résulte que l'humidité a une influence bien plus grande pour la formation des glaciers qu'un froid très intense. Les zones arctiques n'ont des glaciers que dans les régions frappées par des courants chauds.

La région des neiges est une zone climatérique, qui a une limite inférieure et qui n'est pas répandue sur toute la surface de la terre; dans l'Amérique du Sud nous la rencontrons à une hauteur où la température moyenne

de l'année est de 3°, tandis que dans les régions du nord elle n'existe pas à celle de — 16°.

Dans une seconde communication, M. Heim cherche à expliquer la croissance des grains de glacier. En soumettant à une très forte pression deux cubes de glace dont les axes optiques sont parallèles, le regel est complet, la surface du contact des deux cubes a tout à fait disparu ; si les axes forment un angle il n'y a point de regel. Comme chaque grain a son axe optique, il se peut que par les mouvements différents qui existent dans le glacier, deux ou plusieurs de ces grains viennent à se toucher de façon à ce que les axes soient parallèles, il en résultera une congélation. Tous ces phénomènes sur les glaciers seront traités avec détails dans un livre de M. le professeur Heim « *die Gletscherkunde* (Engelhorn, Stuttgart) qui doit paraître dans le courant du mois.

M. le professeur Baltzer rend compte du résultat de ses recherches sur le contact du granit et des schistes cristallins dans le massif du Finsteraarhorn.

La zone granitique a une largeur de 7 à 9 kilomètres, elle est composée de bancs de granit en partie massif, alternant avec des granit-gneiss et des gneiss œillés ; on y rencontre aussi des gneiss ordinaires, des micaschistes et des schistes à séricite. Toutes ces couches sont très distinctement séparées.

La zone représente un éventail dont le centre ne correspond pas avec la ligne médiane du massif, la partie sud de l'éventail est réduite à une étroite bande de gneiss ; à la Grimsel elle n'atteint qu'un dixième de toute la largeur, et manque dans la vallée de la Reuss, tandis que la partie nord est composée d'une large zone de hornblende,

de gneiss et de schistes séricitiques, et de gneiss ordinaire. Du côté du nord la zone de granit est bien délimitée, elle l'est moins du côté du sud, la limite ne correspond pas à des vallées longitudinales et même rarement à des gorges. Vers le nord le granit entre en contact avec des gneiss de la zone de schistes amphiboliques ou avec ces schistes eux-mêmes, ou encore avec des gneiss et des schistes séricitiques.

Dans quelques vallées transversales, le Haslithal, par exemple, le contact du granit et du gneiss est très évident. Ce qu'il y a de caractéristique, c'est le recouvrement des couches plus récentes par le granit plus ancien. Dans la vallée de Hasli la ligne de contact s'élève avec un angle de 80-90° à une hauteur de 1500 m., puis elle se plie et continue à monter sur une distance de 2 kilomètres et demi avec un angle de 30° jusqu'à la crête. En outre cette ligne forme souvent des zigzags, comme si de grands bancs de granit avaient été brisés et refoulés les uns sur les autres.

Le contact de ces roches présente trois dispositions différentes.

1. Les granits et les gneiss sont concordants (à l'est vers la Reuss).

2. Quand il y a augmentation de la pression latérale et du refoulement, un clivage se produit et passe d'une zone à l'autre sans changer de direction ; il forme un angle aigu avec la ligne de contact et est parallèle à la direction des bancs des crêtes les plus élevées. Là où la ligne du contact est brisée, elle suit sur un certain parcours la direction du clivage pour reprendre sa marche primitive (Haslithal).

3. Au contact des deux zones on rencontre des complications; les roches se pénètrent en formant des filons

l'une dans l'autre. Le type de ces phénomènes est celui de Mieselen au glacier de Lauteraar, étudié par Escher, Studer et Desor. Escher remarque déjà que les filons de granit peuvent traverser les gneiss, ou que ces derniers sont brisés et pliés, mais que le plan du contact reste parallèle à la direction générale des couches ; il remarque encore que près du contact le mica diminue dans le granit, que le gneiss est durci, imprégné de feldspath, etc. Il y a d'autres observations à ajouter : on trouve non seulement des morceaux de gneiss dans le granit, mais aussi des morceaux de granit dans le gneiss (surtout au-dessus du Siebengang, qui est un filon granitique ayant la forme d'un 7) ; non loin du contact le gneiss est plissé de la même façon que les calcaires, c'est-à-dire avec épaississement de la courbure et amincissement des parties droites du pli.

Là où le granit entre dans le gneiss, ce dernier est finement plissé, il y a formation d'un clivage qui, au premier moment, pourrait être pris pour une stratification discordante ; dans ces cas le granit est enveloppé par le gneiss, mais n'a pas rempli une crevasse. On remarque encore d'autres effets mécaniques, ainsi des veines d'eurite, qui sont étirées dans la direction de la schistosité dans le gneiss et onduleuses dans le granit. Le granit est souvent finement fendillé, le feldspath plein de fissures injectées. Des plans de glissements polis et souvent striés dans la direction du mouvement général sont fréquents (Siebengang).

La schistosité passe aussi du gneiss au granit, surtout au Siebengang. Le granit devient souvent gréseux et même bréchiforme. En revanche, les modifications chimiques sont de peu d'importance : au contact le gneiss

est durci par une augmentation du feldspath et la stratification s'efface ; le mica diminue, il en résulte que le granit devient blanc. Celui-ci est quelquefois coloré de l'hydroxyde de fer et contient des écailles secondaires de muscovite blanche. Le mica augmente dans les couches supérieures ; on pourrait admettre que ses molécules se sont décomposées par la suite de la forte pression qui existe à la base du massif. Du reste cette hypothèse a besoin d'un plus ample examen.

M. Baltzer a étudié précédemment le contact des gneiss avec les calcaires du massif du Finsteraarhorn ; il est remarquable qu'il y ait une analogie surprenante avec celui dont il vient d'être question. Là comme ici, il y a recouvrement de couches récentes par de plus anciennes, pénétration sous formes de filons, discordance des feuillets de mica par suite de clivage, fragments de roches passant d'une zone à l'autre, au contact manque de métamorphoses plutoniques semblables à celles de la Norwège.

En admettant une contraction de l'écorce terrestre et par suite, des ploiements de couches occasionnés par la forte pression latérale, la grande ressemblance de ces deux contacts ne doit pas nous surprendre. Les effets de la pression seront les mêmes là où les zones de contact auront des caractères pétrographiques très différents.

Au contact du granit avec les schistes cristallins, nous rencontrons cependant beaucoup plus de cassures et de refoulements qu'au contact des schistes avec les calcaires; c'est pour cette raison que la ligne est souvent brisée et en zigzag ; au contact avec les calcaires ce sont surtout les couches de transition qui ont subi le plus de ploiements.

M. Baltzer se borne à faire quelques remarques sur la théorie de ces phénomènes.

Les filons de Mieselen et du reste du massif du Finsteraarhorn fournissent les arguments principaux pour donner au granit des Alpes une origine éruptive. Dans l'intérieur des couches cristallines, dont la nature indique trop bien la formation, serait intercalée toute une série de bancs granitiques d'éruptions anciennes qui plus tard ont subi le redressement général; cette supposition s'accorde parfaitement avec toutes les transformations mécaniques mentionnées. La ressemblance de ces bancs de granit et leur nombre sont tout à fait remarquables. Dans le profil de l'Aar on ne rencontre pas sur une largeur de 7 kilomètres moins de 9 et 10 assises de granit gneiss et de gneiss œillé auxquelles viennent se subordonner des gneiss micacés, des micaschistes et des gneiss. Au profil de la Grimsel il y en a 6 grands et plusieurs petits; dans la vallée de la Reuss de très importants se trouvent au-dessous de Wasen et au-dessus de Göschenen. Entre ces deux localités les granits alternent si souvent avec les autres roches cristallines, qu'il est impossible de supposer que les formations datent d'époques différentes. Au point de vue pétrographique il n'existe point de limite entre les granits et les granit-gneiss. Faut-il en admettre une à la place où la division en bancs disparaît et où les écailles de mica commencent à devenir lamellaires ? L'origine ne peut-être éruptive, puisque nous ne trouvons point de métamorphose au contact.

Partant de ce point de vue, M. Baltzer donne dans certains cas le même mode de formation aux granits de l'Aar qu'aux granit-gneiss et aux gneiss œillés, quoiqu'il en-

voie des filons dans les roches voisines. Cette manière de voir est admissible là où par la forte pression latérale les schistes cristallins ont cédé en de certains points, et ont été repoussés par les granits ; la stratification a disparu, il s'est produit un clivage; les granits sont comme enveloppés par les schistes et représentent au premier abord un filon d'origine éruptive remplissant une crevasse (le Siebengang). Nous pouvons ainsi nous expliquer : la présence des morceaux de roches passant d'une zone à l'autre (au contact des Lauteraarhörner les roches sont comme broyées les unes dans les autres), les apophyses toujours dirigées du côté des gneiss qui ont offert moins de résistance et leur dépendance de la direction générale des couches. Les filons pseudo-éruptifs correspondent à ces plis des couches de sédiment qui s'enfoncent dans les gneiss comme le ferait des filons (Wetterhorn).

Tous ces phénomènes doivent être encore étudiés avec beaucoup de détail surtout dans la partie ouest du massif de l'Aar pour savoir si des filons pseudo-éruptifs sont fréquents et si plusieurs de ceux qui sont considérés aujourd'hui comme éruptifs ne devraient pas être classés parmi ceux que M. Baltzer vient de décrire.

M. JACCARD, du Locle, *Sur un gisement fossilifère astartien, à facies coralligène à la Chaux-de-Fonds.*

On se souvient encore des longues discussions provoquées par la découverte de gisements de fossiles du facies coralligène : *Diceras, Polypiers*, etc., à un niveau certainement supérieur à celui du vrai corallien du Jura bernois et soleurois. La localité de Valfin, département du Jura, si remarquable par la richesse de sa faune, la belle conservation et la taille normale des échantillons qu'on y

découvre, est devenue classique à ce point de vue, aussi était-il désirable que la découverte d'un gisement analogùe dans le Jura neuchâtelois ou vaudois vînt confirmer cette *loi des facies*, entrevue et formulée par Gressly, qui s'impose de plus en plus en paléontologie et en géologie stratigraphique. C'est ce qui a eu lieu tout récemment, et l'auteur de la communication présente à la section une série de fossiles, recueillis dans une tranchée, presqu'au milieu de la Chaux-de-Fonds. Ces fossiles ont absolument le facies corallien classique, tant par les genres et les espèces que par leur blancheur et la texture oolithique de la roche qui les enveloppe. On y remarque en particulier le *Cardium corallinum*, considéré autrefois avec le *Diceras arietina*, comme caractéristique du *Corallien* ou *Dicératien*. De nombreuses Nérinées (*N. depressa, Gosæ, Moreani, strigillata*), sont associées à plusieurs espèces de *Diceras*, de *polypiers*, etc., dont l'étude et la détermination restent à faire et présenteront certainement le plus vif intérêt.

Quant au niveau ou à la position stratigraphique de cette assise coralligène de cinq à six mètres, il est des plus facile à reconnaître. C'est en plein massif des calcaires astartiens ou séquaniens compacts et stériles, à cinquante mètres au-dessus des marnes fossilifères, qu'on voit apparaître cette assise de six mètres de calcaire à Nérinées, séparée par un massif de calcaire compact d'une autre assise de même épaisseur, ne renfermant guère que des *Diceras* (*D. Verenæ, Munsteri*, etc.).

La découverte de ce gisement est un complément très heureux à celle du Crozot, près du Locle, dont les matériaux furent étudiés, il y a une dizaine d'années, par M. M. de Tribolet, car dans cette dernière localité il n'était pas possible de déterminer sûrement le niveau stratigra-

phique et de plus, les échantillons, tous de petite taille, étaient pour la plupart usés, roulés et charriés, en sorte que leur détermination pouvait toujours laisser quelque doute.

MM. de Tribolet et Renevier ajoutent quelques observations et rappellent que l'existence de ce facies oolithique crayeux a déjà été signalée sur divers autres points du Jura vaudois et neuchâtelois, tout en convenant que les fossiles étaient rares ou même manquaient complètement.

M. AMADOR VILLAR Y CASTROPOL, ingénieur espagnol, prend la parole pour décrire une nouvelle méthode de la perforation du sol qui peut être utile à la géologie.

M. A. FAVRE rappelle que dans ses *Recherches géologiques dans les parties de la Savoie*, etc., publiées en 1867, il a attiré l'attention sur la montagne de Loi, située au S.-E. de Taninges, Haute-Savoie. On y voit quatre affleurements de serpentine entourés de schiste calcaire. Les pâturages masquent une grande partie de ces terrains. Parmi les roches ayant une apparence de serpentine que M. Favre avait soumises à l'examen de MM. Fouqué et Michel Lévy, il a été trouvé, disent-ils, « une « ophite andésitique parfaitement caractérisée, en rela- « tion de gisement avec les serpentines et les euphotides « de la montagne de Loi [1]. » Il ne faut pas oublier que ces savants ont constaté la présence du diamant dans une ophite andésitique du Cap de Bonne-Espérance. Il semble donc qu'il y a un certain rapport entre les roches de Taninges et celles du Cap. On trouve encore dans cette

[1] *Bullet. de la Soc. minéralogique de France*, t. II, p. 222.

montagne trois affleurements de granit ; l'un d'eux est situé un peu au nord du chalet de la Rosière, qui est à 1400 m. au-dessus de la mer. Il présente une longueur de 1200 m., et l'épaisseur visible n'en atteint pas 20 m. Un autre petit affleurement se voit sur la rive droite du ruisseau du Marderel, au-dessous du hameau du Tour ; l'étendue en est de 5 m. sur 2. Le troisième affleurement est à quelques centaines de mètres de la rive droite du ruisseau, dans le bois des Lanches ; la longueur de cet affleurement est à peine de 100 m. Ces granits, comme les serpentines, paraissent être entourés de calcaire schisteux ; mais on ne voit guère dans ce massif les relations des roches entre elles. Ce granit est tout à fait en dehors des roches de même nature qui existent dans les Alpes ; il en est à 20 km. M. Favre avait parcouru, il y a longtemps, cette montagne de Loi et il n'avait pas découvert les roches granitiques, parce qu'elles sont dans des forêts très épaisses, situées sur des pentes rapides. C'est grâce à l'obligeante direction de M. Tavernier, juge de paix à Taninges, que M. Favre a pu faire ces observations. Il lui en exprime sa reconnaissance.

M. A. Favre fait connaître qu'il a été trouvé au mois de mai dernier, une défense de mammouth dans la vallée de Bellevaux, et non pas dans la vallée du Grand-Bornant, comme on l'a dit dans deux journaux savoisiens. Bellevaux est à peu près au sud de Thonon, petite ville située sur le bord méridional du lac de Genève. Cette défense a été découverte dans un ravin nommé Queumaz ; les dimensions en sont les suivantes : elle a 43 centimètres de circonférence à la base et 28 centimètres à l'autre extrémité. Bien que cette défense soit cassée,

sa longueur totale, mesurée suivant la courbe extérieure, en est encore de $1^m,58$. On croit qu'il en manque environ le tiers. Elle pèse 24 kilogrammes. Elle a été déposée au musée d'Annecy,

M. Gilliéron lit le procès-verbal de l'excursion que la Société géologique suisse vient de faire dans les montagnes d'Unterwald, sous la direction de M. Mœsch.

La région parcourue est comprise dans la feuille XIII de l'Atlas fédéral, dont le lever géologique n'a pas encore été publié. Il s'agissait surtout de se faire une idée des *Klippes* qui se trouvent au midi de Beckenried, entre les vallées de Kohl et d'Engelberg. Dans les Alpes suisses, on désigne sous ce nom, emprunté aux géologues autrichiens, des montagnes, des arêtes rocheuses et même de simples affleurements peu étendus qui surgissent dans l'éocène et en sont entourés de tous côtés. Il y a toujours lacune dans la série des terrains entre la Klippe et son enveloppe ; c'est ainsi que dans la Suisse centrale et orientale, on n'y trouve ordinairement pas de trace du néocomien et de l'urgonien, qui composent pourtant de puissantes montagnes dans le voisinage.

Le premier jour, nous sommes partis de Beckenried et avons passé par Emetten, ensuite au-dessus d'Oey et des chalets d'Isenthal, puis par Bachscheitli et la Musenalp, d'où nous sommes descendus à Nieder-Rickenbach ; à diverses reprises nous nous sommes écartés de cette route, lorsque c'était nécessaire pour constater quelque fait. M. Mœsch nous a souvent expliqué la structure très intéressante des montagne de l'est et du sud de notre itinéraire, particulièrement du Schwalmis et du Brisen ; mais ici il ne sera question que de ce que nous avons pu vérifier de près.

A quelque distance de Beckenried, nous avons constaté d'abord la présence de l'éocène recouvert çà et là de dépôts glaciaires. A la chapelle cotée sur la carte à 579 m., nous sommes entrés dans le calcaire de Seewen (crétacé supérieur), qui présente de petits plissements en zigzag et qui n'est interrompu que par un affleurement de gault. A Emetten il remplit un vallon synclinal, dont les deux flancs sont formés par le gault, qui, du côté du sud, s'appuie sur l'urgonien-aptien, ce que nous avons constaté en montant le chemin du Kohlthal. Dans cette dernière vallée, M. Mœsch nous a montré les marnes à Orbitulines et le calcaire à *Caprotina ammonia.* Cet urgonien continue vers l'ouest, où il se termine brusquement à l'éocène; mais nous l'avons quitté pour aller au sud-ouest, où nous nous sommes bientôt trouvés dans le flysch en place. C'est dans ce terrain que s'élève la première *Klippe;* elle commence par du dogger, recouvert de malm, et continue du côté du sud-ouest en augmentant de hauteur. Sur le versant sud-est de la montagne qu'elle forme, on voit constamment le flysch en débris ou en place, et à l'Enge (à l'ouest des chalets d'Isenthal), le nummulitique reposant sur les couches de Wang (sénonien).

En allant dans la direction de la Cleven-Alp, par l'ouest du point coté 1753 mètres, on marche sur un massif épais de marnes bigarrées, entremêlées de dolomie et surtout de cargneule; on se croit transporté sur le keuper du Jura suisse et souabe.

M. Mœsch nous montre, à distance, les endroits où il a constaté au-dessus le dogger et le malm; il n'a vu qu'en blocs le lias fossilifère.

Au Bärenfall (col coté à 1585 mètres), on trouve successivement, en allant du sud-est au nord-ouest, les cou-

ches de Wang, le flysch, les marnes bigarrées et le malm; on franchit ce dernier par un sentier assez difficile et on est alors sur un plateau qui va en montant jusqu'au point culminant. Il est formé par les marnes bigarrées et la cargneule. M. Mœsch explique la structure de la montagne par une voûte, dont le Keuper forme le noyau et le malm l'extérieur des pans. M. Gilliéron croit avoir acquis la certitude que les marnes bigarrées et la cargneule appartiennent à l'éocène, et quelques membres de la Société trouvent ses raisons plausibles; mais dans le reste de la course, M. Mœsch parvient à les ramener à sa manière de voir, à l'exception de M. Lory, qui ajoute de nouveaux arguments à ceux de M. Gilliéron.

Le second jour de l'excursion a été employé à parcourir la partie méridionale de la *Klippe* que forme le Buochserhorn; chacun a admiré la sagacité avec laquelle M. Mœsch a débrouillé le chaos que les terrains présenteraient à celui qui viendrait les explorer sans guide. Il résulte de ses recherches que la partie de la montagne que nous avons vue est une voûte rasée jusqu'à une dolomie triasique, entremêlée, banc par banc, de marnes bigarrées. Au Hürtleren, ce terrain est surmonté de couches à *Avicula contorta*, riche en fossiles; la *Terebratula gregaria* y est abondante. A la Giebelalp le lias contient des *Ammonites*, et l'hettangien le *Pecten valoniensis*. Le dogger est surtout reconnaissable par de beaux *Taonurus*. Le malm qui forme le pan occidental de la voûte, n'a que rarement une stratification distincte. Du côté du sud et de l'ouest de cette partie de la *Klippe*, le flysch forme le revêtement général de la montagne; sur un point seulement, au ruisseau du Buchlolz, l'urgonien vient toucher au jurassique supérieur.

SUR LA

POLARISATION ROTATOIRE MAGNÉTIQUE

DU FER, DU COBALT ET DU NICKEL

PAR

M. August KUNDT [1]
Professeur à l'Université de Strasbourg.

(Note communiquée par l'auteur.)

M. Kerr [2] a trouvé que le plan de polarisation de la lumière réfléchie normalement par le pôle d'un électro-aimant subit une rotation ; le sens de la rotation est opposé à celui du courant qui actionne l'électro-aimant c'est-à-dire à celui des courants moléculaires d'Ampère. M. Kerr a ensuite étudié la réflexion de la lumière sur les faces latérales d'un aimant. Il a trouvé que dans ce cas aussi il se produit une rotation du plan de polarisation, lorsque l'électro-aimant est actionné ou que son magnétisme change de sens; mais le phénomène est alors assez compliqué.

Un faisceau polarisé réfléchi sous un angle quelconque par un métal ne conserve son plan de polarisation que

[1] Ce travail a été soumis à l'Académie de Berlin en juillet 1884. Il a fait en outre l'objet d'une communication à la section de physique de la Société helvétique des sciences naturelles à Lucerne, le 17 septembre 1884 (voir plus haut page 488).

[2] *Phil. Mag.* 1877, 5me série, vol. III, page 321, et 1878, vol. V, page 161.

lorsque celui-ci coïncide avec le plan d'incidence ou lui est perpendiculaire. Pour toutes les autres positions du plan de polarisation, la lumière refléchie se polarise elliptiquement. Aussi M. Kerr a-t-il limité ses recherches à ces deux premiers cas. Il a trouvé que le rayon réfléchi par le pôle d'un électro-aimant et préalablement éteint par deux prismes de nicol croisés reparaît au moment de l'aimantation du fer doux. Il a expliqué ce fait par la rotation du plan de polarisation sous l'action de l'aimant.

Le sens et l'amplitude de cette rotation ne dépendent pas seulement de l'angle d'incidence, mais changent suivant que le plan de polarisation coïncide avec l'angle d'incidence ou lui est perpendiculaire.

Lorsque la lumière est polarisée dans le plan d'incidence le sens de la rotation est le même pour tous les angles d'incidence, savoir, opposé à celui des courants moléculaires d'Ampère dans l'aimant réfléchisseur. Lorsque le plan de polarisation est perpendiculaire au plan d'incidence, le sens de la rotation change : pour des incidences de 0° à 80° environ, il est le même que celui des courants d'Ampère, pour des incidences de 80° à 90° elle est de sens contraire. En ce qui concerne l'amplitude de la rotation, elle présente dans l'un et dans l'autre cas un maximum pour une incidence d'environ 65°.

On observe aussi une rotation dans le cas de la réflexion oblique de la lumière sur le pôle d'un aimant. D'après M. Kerr, le sens de cette rotation, autant du moins que je puis en juger d'après les données qu'il fournit, serait le même pour toutes les incidences, c'est-à-dire opposé à celui des courants moléculaires, soit que le plan de polarisation de la lumière incidente coïncide avec le plan d'incidence soit qu'il lui soit perpendiculaire.

Dans toutes les expériences de M. Kerr la rotation a

toujours été très faible, elle n'a atteint que quelques minutes dans les conditions les plus favorables. Aussi s'est-il borné à en constater le sens et n'a-t-il fait qu'estimer approximativement l'amplitude.

J'ai repris, il y a deux ans, les expériences de M. Kerr et les ai vues se confirmer pleinement, sauf dans le cas de la réflexion oblique sur le pôle d'un aimant. En effet, vers une incidence d'environ 80° j'obtins le renversement dans le sens de la rotation, lorsque le plan d'incidence et le plan de polarisation sont perpendiculaires l'un à l'autre. La rotation produite par la réflexion sur le pôle d'un aimant a du reste été confirmée aussi par M. Gordon [1].

Depuis les expériences de M. Kerr, M. Hall [2] a observé que le cobalt et le nickel possèdent la même propriété que le fer. Il a recherché en outre si un rayon polarisé subit une rotation en traversant une couche très mince, transparente, de nickel telle que celle qui se produit contre les parois d'un tube de Geissler à électrodes de nickel. Mais le résultat de cette dernière recherche fut négatif, il ne put point dans ce cas constater de rotation. Enfin M. Fitzgerald a cherché à donner la théorie du phénomène qui nous occupe.

J'ai entrepris en dernier lieu une série de mesures exactes de la rotation électro-magnétique par réflexion du fer, du cobalt et du nickel. Je me suis appliqué à compléter et à étendre les observations de M. Kerr. Ayant réussi à produire des couches minces, transparentes, de fer, de cobalt et de nickel, j'ai étudié la rotation du plan de polarisation de la lumière par le passage au travers de ces couches. J'ai trouvé ainsi *que des couches*

[1] Gordon, *Physical treatise of Electricity and Magnetism*, vol. II, page 261.

[2] *Phil. Mag.*, 1881. 5me série, vol. XII, page 171.

transparentes de fer, de cobalt et de nickel possèdent dans le champ magnétique un pouvoir rotatoire très fort. Pour les rayons moyens du spectre, le pouvoir rotatoire du fer est 30,000 fois plus fort que celui d'une couche de verre de même épaisseur. Dans les trois métaux considérés la rotation est de même sens que le courant qui produit l'aimantation.

Les lames métalliques transparentes qui ont servi dans ces recherches ont été obtenues par la galvanoplastie. M. König, à Paris, emploie pour ses appareils d'acoustique des miroirs formés d'une plaque de verre sur l'une des faces de laquelle est étendue une très mince couche de platine, transparente. Cette couche ne présente pas une cohésion parfaite, cependant elle est assez conductrice, pour qu'on puisse la prendre comme électrode et faire déposer sur elle une autre couche métallique également réfléchissante et aussi mince qu'on le voudra. La couche mince de platine absorbe à peu près également tous les rayons et l'on peut produire sur elle un dépôt galvanoplastique assez mince pour que l'ensemble des deux couches soit encore translucide.

Par transparence le fer est brun; le cobalt, gris ; le nickel, gris légèrement bleuâtre. La surface des dépôts galvanoplastiques ainsi obtenus présente généralement un très bon poli. Toutefois leur constitution physique paraît être assez variable. Peut-être le métal déposé prend-il dans certains cas une forme cristalline.

I. *Rotation du plan de polarisation par le passage de la lumière au travers du fer, du cobalt et du nickel.*

J'ai employé pour ces expériences un électro-aimant de Ruhmkorff du modèle bien connu. Les deux pôles de l'électro-aimant étaient munis de deux armatures en forme

de cônes arrondis percés dans l'axe, ne laissant entre elles qu'un intervalle de 4mm environ. L'aimantation était produite par le courant d'une machine de Gramme de 16 ampères. Toutes les expériences ont été faites avec la lumière solaire.

La rotation propre à la couche de fer, de cobalt, ou de nickel, s'obtenait comme différence entre l'effet produit par un morceau de miroir recouvert de platine seulement et celui d'un morceau semblable recouvert en outre du dépôt galvanoplastique. On mesurait ainsi : 1° la rotation produite par le verre et le platine, 2° la rotation produite par le verre, le platine et le dépôt galvanoplastique, fer, cobalt ou nickel. Comme par le passage au travers de ces minces couches métalliques il se produit une dispersion assez forte de la lumière, la rotation a été mesurée pour les rayons moyens du spectre. Par rotation nous entendrons dans la suite la somme des deux rotations produites, tantôt d'un côté tantôt de l'autre suivant le sens de l'aimantation. Nous la désignerons comme positive lorsqu'elle sera dans le sens des courants d'Ampère, négative lorsqu'elle sera en sens inverse. Pour donner une idée de la grandeur de la rotation, nous citerons ici quelques exemples :

Miroir de fer brun par transparence.	Rotation.
Verre, platine et fer	+ 4°30′
Verre et platine	+ 1° 0′
Rotation par le fer seul	+ 3°30′

Miroir de cobalt.	
Verre, platine et cobalt.	+ 3° 1′
Verre et platine	+ 1° 3′
Rotation par le cobalt seul	+ 1°58′

Miroir de nickel.

Verre, platine et nickel	+ 2°24′
Verre et platine	+ 1°35′
Rotation par le nickel seul	+ 0°49′

Ces chiffres se rapportent aux rayons moyens du spectre. J'ai cherché aussi à déterminer pour le fer la variation de la rotation dans différentes parties du spectre ; pour cela j'ai interposé successivement sur le trajet des rayons lumineux, d'abord un verre rouge puis une dissolution de cuivre ammoniacal. J'obtins ainsi un résultat très surprenant, c'est que la dispersion de la rotation est anormale. *La polarisation rotatoire magnétique du fer est plus forte pour les rayons rouges que pour les rayons bleus.*

Des expériences analogues sur le cobalt et le nickel n'ont montré qu'une très faible dispersion de la rotation pour ces deux métaux. Des mesures faites avec le fer sur les portions rouges et bleues d'un spectre, il est vrai très impur, ont donné le même résultat, savoir une dispersion anormale de la rotation du fer.

J'ai fait ensuite des mesures précises pour déterminer exactement le pouvoir rotatoire spécifique du fer, j'ai choisi pour cela le meilleur miroir dont je pusse disposer. L'épaisseur de la couche de fer s'obtient en pesant le miroir avant et après la formation du dépôt galvanoplastique, je trouvai ainsi une épaisseur de $0^{mm},000055$. La rotation pour les rayons moyens du spectre à travers le verre et le platine fut de 1°37′ ; avec le dépôt de fer elle fut de 3°25′ ; ce qui donne donc pour le fer seul 1°48′. L'épaisseur de verre platiné était de $1^{mm},61$. Il ressort de ces chiffres, que le fer a un pouvoir rotatoire spécifique 32,000 fois environ plus fort que le verre employé.

Avec un autre miroir présentant une couche de fer de $0^{mm},000069$ j'obtins pour ce métal un pouvoir rotatoire 35,000 fois plus fort que celui du verre.

Le cobalt possède un pouvoir rotatoire voisin de celui du fer. Celui du nickel en revanche est beaucoup plus faible. Les mesures que je fis avec deux miroirs de nickel différents me donnèrent en moyenne un pouvoir spécifique égal à 14,000 fois celui du verre.

D'après les expériences de M. Righi[1] un rayon présentant la polarisation circulaire se transmet plus rapidement au travers d'une substance douée d'une polarisation rotatoire magnétique de même sens que les courants d'Ampère, lorsque le mouvement de ces particules d'éther s'effectue dans le même sens que lorsqu'il s'effectue en sens opposé. Il se produit donc une double réfraction circulaire. Soit n, n' les indices de réfraction polarisés circulairement en sens opposés, φ la valeur de la polarisation rotatoire de la substance qu'ils traversent, d l'épaisseur de cette substance, λ la longueur d'onde, on a la relation :

$$\varphi = \frac{\pi d}{\lambda}(n - n').$$

Si l'on prend $\lambda = 0,00058$; pour d l'épaisseur que nous venons d'indiquer pour le dépôt de fer galvanoplastique 0,000055, enfin $\varphi = 1°48'$ il vient :

$$n - n' = 0,1$$

Cette différence des deux indices de réfraction est plus grande que la moitié de la différence qui existe entre les

[1] *Nuovo cimento*, 1878, III, page 212.

deux indices, ordinaire et extraordinaire du spath calcaire et est environ 10 fois plus grande que la différence des indices de réfraction du quartz.

La différence des indices de réfraction des deux rayons circulaires du quartz dans la direction de l'axe n'est d'après M. von Lang que de 0,000078. La couche de fer considérée présente donc dans le champ magnétique produit une rotation qui est 1462 fois plus grande que la rotation naturelle d'un quartz de même épaisseur.

II. *Rotation du plan de polarisation par réflexion normale sur du fer, du cobalt ou du nickel.*

Pour ces expériences j'ai employé aussi l'électro-aimant de Ruhmkorff dont l'armature la plus éloignée de l'observateur fut remplacée par un cône plein. Le rayon lumineux tombait sur une plaque de verre placée à 45° en avant de l'ouverture de l'électro-aimant, il était réfléchi par elle dans l'âme creuse de la moitié antérieure de cet électro-aimant, tombait normalement sur la plaque métallique disposée entre les deux pôles et, réfléchi par elle, traversait enfin la plaque de verre puis le nicol analyseur. Pour avoir le plus de lumière possible on faisait coïncider exactement le plan de polarisation du nicol polariseur avec le plan d'incidence sur la plaque de verre. Si donc lors de la réflexion sur la plaque métallique aimantée il se produit une rotation de telle sorte que le plan de polarisation du faisceau réfléchi ne coïncide plus avec le plan d'incidence sur la plaque de verre inclinée à 45°, il se produit par le passage au travers de celle-ci une nouvelle rotation dont la valeur est exprimée

par les formules de Fresnel pour la réfraction de la lumière polarisée. Avec le nicol analyseur on mesure donc non seulement la rotation électro-magnétique sur la plaque métallique, mais la somme de celle-ci et de celle produite par la plaque de verre. Il va sans dire que cette plaque elle-même était placée assez loin de l'électro-aimant pour ne pas produire de rotation électro-magnétique.

Si α désigne l'angle que le plan de polarisation d'un rayon tombant sur une plaque de verre forme avec le plan d'incidence, l'angle γ que ces deux plans font entre eux après le passage au travers de la plaque est donné par la formule :

$$tg\,\gamma = \frac{tg\,\alpha}{\cos^2(i-r)}.$$

dans laquelle i et r sont les angles d'incidence et de réflexion.

Comme dans les expériences i est très voisin de 45° et que l'indice de réfraction de la plaque de verre est environ 1,48, la formule montre que les valeurs observées pour la rotation doivent être diminuées d'environ 10 °/₀ pour donner la rotation électro-magnétique exacte. M. Kerr et M. Gordon semblent avoir négligé l'influence de la plaque de verre, ou du moins ils ne la mentionnent pas.

J'ai employé pour ces expériences des miroirs de fer, de cobalt et de nickel formés comme il a été dit plus haut par un dépôt galvanoplastique sur du verre platiné. Dans le cas de la réflexion la constitution moléculaire de cette couche superficielle joue un rôle important. Comme celle-ci peut varier considérablement suivant l'intensité

du courant et la concentration de la dissolution on ne peut pas s'attendre à avoir des résultats absolument concordants pour la mesure de la rotation avec différents miroirs. Pour le fer et le cobalt les rotations obtenues avec différents miroirs ont varié de 40′ à 1°. Pour le nickel la rotation n'était que d'environ 20′.

La rotation est de sens contraire au courant d'aimantation c'est-à-dire négative.

Dans le cas de la réflexion sur le fer je pus aussi constater une dispersion anormale de la rotation.

L'influence de la plaque de verre peut facilement être évitée par l'emploi d'un miroir métallique présentant une ouverture en son milieu.

Suivant la théorie de M. Fitzgerald [1] la polarisation rectiligne du faisceau incident doit se changer par l'incidence normale en une polarisation elliptique dont le grand axe coïncide avec le plan de polarisation de la lumière incidente. L'expérience ne confirme pas cette déduction théorique.

Il convient encore de remarquer ici que lorsqu'on laisse se recouvrir ces miroirs de fer ou de cobalt d'une mince couche d'oxyde les effets produits par l'incidence normale sont sensiblement modifiés, mais nous ne voulons pas insister sur ce point ici.

III. *Rotation du plan de polarisation dans le cas de la réflexion oblique sur les côtés ou les pôles d'un électro-aimant.*

Pour ces expériences je me suis servi d'un gros électro-

[1] *Proceedings of the Roy. Soc.*, Vol. XXV, page 447.

aimant avec deux branches de fer doux verticales de 47 cm. de hauteur et 11 cm. de diamètre. Chacune d'elles est recouverte d'un fil de cuivre de 3^{mm} d'épaisseur. Chaque couche offre une résistance d'environ 0,65 SE. Les pôles sont formés de deux gros parallélipipèdes de fer doux. Le courant excitateur était fourni par la machine de Gramme dont il a été question plus haut et avait une intensité moyenne de 16 ampères. Comme j'avais entrepris ces expériences en hiver et que je ne pouvais guère compter sur le soleil, j'employai comme source de lumière la lampe de Drummond. Les lectures de la position du prisme de nicol se faisaient sur un cercle divisé en quarts de degrés dont le vernier donnait les 4′ et permettait d'apprécier encore avec précision les 2′. L'angle d'incidence des rayons lumineux sur la surface de l'aimant était mesuré exactement à l'aide d'un autre limbe. Le plan de polarisation du nicol polariseur était amené à coïncider aussi exactement que possible avec le plan d'incidence ou avec un plan perpendiculaire à celui-ci. Le rayon étant préalablement éteint l'aimantation le fait reparaître et généralement l'on ne peut plus arriver à l'éteindre complètement par la rotation de l'analyseur, parce qu'après la réflexion sa polarisation n'est plus rectiligne mais elliptique. On amenait toujours le nicol analyseur dans la position correspondante au minimum de lumière, c'est-à-dire, que son plan d'oscillation était perpendiculaire au grand axe des rayons qui avaient subi la rotation et avaient été polarisés elliptiquement. Comme précédemment nous considérerons ici comme positive une rotation s'effectuant dans le même sens que les courants moléculaires d'Ampère projetés sur un plan perpendiculaire au rayon.

Première série d'expériences.

J'employai un miroir circulaire d'acier. Les deux armatures en fer doux furent rapprochées l'une de l'autre de manière à ne laisser entre elles qu'un intervalle de 29mm, elles étaient maintenues fixes dans cette position par un plot de bois interposé. Le miroir d'acier était appliqué latéralement contre les deux armatures ayant avec chacune d'elles une surface de contact de 3mm ; le miroir servait ainsi à réunir les deux pôles de l'aimant. Il était vertical.

Le tableau suivant donne le résultat des expériences. Le signe = indique que le plan de polarisation est parallèle à l'angle d'incidence, le signe ⊥ qu'il lui est perpendiculaire. La valeur de la rotation est indiquée en minutes. Comme chaque valeur indiquée résulte de 80 mesures différentes, je donne encore les dixièmes de minute quand même l'erreur sur chaque mesure peut atteindre plusieurs dixièmes de minute ; la première colonne du tableau donne l'angle d'incidence I sur le miroir :

I	=	⊥
19°0	— 4′8	+ 2′7
29°9	— 4′5	+ 7′3
39°5	— 6′6	+ 7′7
50°1	— 7′7	+ 6′9
61°3	— 8′0	+ 7′5
65°0	— 9′4	+ 8′7
70°0	— 7′1	+ 8′1
75°0	— 6′0	+ 6′8
80°3.	—	+ 2′6
82°0	— 4′3	— 2′3
85°2	— 3′9	— 1′9

Ces résultats confirment pleinement ce qu'avait avancé M. Kerr, savoir, que pour la position = le sens de la rotation reste le même pour toutes les incidences, c'est-à-dire opposé à celui des courants moléculaires ; tandis que pour la position ⊥ la rotation subit un changement de signe vers 82° d'incidence. En outre dans mes expériences, comme dans celles de M. Kerr la rotation présente son maximum vers 65° d'incidence.

Seconde série d'expériences.

Une série de mesures tout à fait analogues a été exécutée avec un miroir d'acier de même grandeur dont la surface avait été recouverte d'un dépôt galvanoplastique de nickel. Les résultats ont été les suivants :

Miroir nickelé.

I	=	⊥
20°0	—	+ 0'0
30°1	— 1'7	+ 1'8
40°0	— 2'7	+ 1' 4
50°0	— 4'7	+ 0'3
61°5	— 4'2	— 0'7
65°3	— 3'8	— 2'2
75°0	— 1'1	— 1'9

Ainsi donc pour le nickel comme pour le fer, dans le cas de la position = le sens de la rotation reste le même pour toutes les incidences, mais dans le cas de la position ⊥ il change déjà entre 50° et 60°. La valeur de la rotation est notablement plus petite pour le nickel que pour

le fer. Ces deux métaux se comportent ici l'un par rapport à l'autre comme dans le cas de la polarisation rotatoire par transmission de la lumière.

Il a été établi par des expériences de contrôle très précises que de faibles inflexions ou de petits déplacements, que le miroir pourrait subir lors de l'aimantation, n'influent pas d'une manière sensible sur la valeur de la rotation observée.

J'ai fait aussi quelques expériences sur la rotation produite par une incidence oblique sur le pôle d'un aimant. La disposition était la même que pour les expériences de M. Kerr. Néanmoins j'employai toujours du verre platiné recouvert de fer, de cobalt ou de nickel. Le miroir était fixé devant l'un des deux pôles de l'électro-aimant qui était terminé par une face plane, sans être tout à fait en contact avec celle-ci. L'autre pôle de l'aimant qui était appointi était amené tout à fait près de la face antérieure du miroir. Lorsque le plan de polarisation coïncide avec le plan d'incidence, le sens de la rotation est pour toutes les incidences opposé à celui du courant d'aimantation, si l'on se représente le rayon lumineux réfléchi subissant la rotation dans la ligne des pôles. Si le plan de polarisation est perpendiculaire au plan d'incidence la rotation est aussi négative jusqu'à une incidence de 80°, environ de 80° à 90°, en revanche elle est de même sens que le courant d'aimantation ; le changement de sens de la rotation dans ce dernier cas avait, comme nous l'avons dit plus haut, échappé à M. Kerr.

RECHERCHES

SUR LA

RÉFRACTION ET LA DISPERSION

DANS LES

ALUNS CRISTALLISÉS

PAR

M. Charles SORET

(Communiqué à la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève, dans sa séance du 6 novembre 1884.)

I

INTRODUCTION

Malgré les efforts de nombreux observateurs nous ne possédons encore qu'une connaissance bien imparfaite des valeurs numériques qui déterminent la réfraction et la dispersion dans les différents composés chimiques à l'état cristallin. Les indices de réfraction n'ont été déterminés que pour un nombre de corps relativement très restreint, et souvent pour des rayons dont la position dans le spectre n'est pas nettement définie. Les expérimentateurs, malgré tout leur talent et leurs soins, se sont trouvés forcément arrêtés par les difficultés inhérentes à la détermination des indices par la méthode de la déviation

minimum, la seule qui, jusqu'à ces dernières années, permît d'espérer une certaine précision. Obligés d'opérer sur des cristaux transparents, de dimensions suffisantes pour pouvoir être taillés, ils n'étaient pas les maîtres de choisir leur matériel d'observations; en fait, on ne pourrait citer qu'un bien petit nombre de séries isomorphes dont les différents termes aient pu être étudiés. Puis, dans bien des cas où l'observation était possible, elle était entourée de tant de difficultés expérimentales, que l'on ne sait trop quel degré de précision l'on peut attribuer aux chiffres obtenus. Souvent enfin l'on ignore si les observateurs ont pris des précautions suffisantes pour s'assurer de la pureté chimique des cristaux employés.

Mais depuis quelques années les conditions se sont notablement améliorées. La méthode de détermination des indices par la réflexion totale, imaginée par Wollaston et perfectionnée par MM. Quincke, E. Wiedemann, Abbe, F. Kohlrausch, Feussner et par moi-même, a atteint, avec une facilité d'emploi beaucoup plus grande, une précision au moins égale, pour le genre de recherches dont il s'agit, à celle que présente la méthode de la déviation minimum. Il est vrai qu'elle n'est pas applicable, aux substances dont le pouvoir réfringent est supérieur à une certaine limite; mais ce n'est point une raison de ne pas s'en servir dans les cas de beaucoup les plus nombreux où la chose est possible.

Il m'a paru que cette méthode permettrait d'étudier une série isomorphe d'une façon plus complète que précédemment, et qu'il y aurait intérêt à choisir pour cela la série des aluns, remarquable par le nombre et la variété des sels qui la composent, aussi bien que par la netteté des cristallisations.

J'ignore jusqu'à quel point je pourrai pousser cette étude, surtout en ce qui concerne les aluns organiques, dont il est le plus souvent difficile de se procurer les bases, et dont la purification exige des cristallisations interminables et capricieuses. Des difficultés analogues existent pour beaucoup des aluns à bases minérales; il ne m'est pas possible de suivre une marche tout à fait méthodique, et je dois étudier mes sels à mesure que je les obtiens. Dans ces conditions il m'a paru inutile de différer la publication des résultats que j'ai déjà acquis.

Je donnerai dans les pages qui suivent les valeurs des indices de réfraction, pour huit rayons du spectre visible (*a*, B, C, D, E, *b*, F, G), des aluns sulfuriques suivants :

1° Aluminium et ammonium[1].
2° Aluminium et potassium.
3° Aluminium et 36 % potassium, 64 % ammonium.
4° Aluminium et thallium.
5° Aluminium et 3 % potassium, 97 % thallium.
6° Aluminium et rubidium.
7° Aluminium et césium.
8° Aluminium et sodium.
9° Aluminium et méthylamine.
10° Indium et ammonium.
11° Chrome et ammonium.
12° Chrome et potassium.

[1] Les résultats relatifs aux aluns d'aluminium à bases inorganiques ont été déjà communiqués à la Société helvétique des sciences naturelles (*Archives*, 1883, X, 300); ayant complètement repris depuis lors la détermination des indices du prisme de comparaison (voyez plus bas, p. 559), j'ai été conduit à faire quelques petites corrections aux chiffres que j'avais d'abord adoptés.

13° Chrome et rubidium.
14° Chrome et thallium.
15° Fer et ammonium.
16° Fer et potassium.
17° Fer et rubidium.
18° Fer et césium.
19° Fer et thallium.
20° Gallium et ammonium (chiffres approximatifs).
21° Gallium et potassium. »

Je me suis attaché surtout à opérer sur des produits purs, et à répéter les mesures sur plusieurs cristaux différents. Je crois pouvoir considérer mes résultats comme exacts en moyenne à environ deux unités près de la quatrième décimale, et comme n'atteignant nulle part une erreur d'une unité de la troisième décimale, si ce n'est peut-être pour les aluns de gallium.

Mesure des indices.

Je me suis servi pour ces mesures de la méthode que j'ai décrite il y a deux ans, et qui consiste à faire tomber sur une face plane du cristal plongé dans un liquide plus réfringent que lui, un faisceau de rayons solaires parallèles; puis à le recevoir après sa réflexion sur la fente d'un spectroscope. Si l'angle d'incidence est suffisamment grand, tous les rayons du spectre visible sont réfléchis totalement et le spectre est très brillant; si l'on diminue progressivement l'angle d'incidence, les différentes radiations atteignent successivement leur angle limite, et n'éprouvant plus que la réflexion ordinaire, parviennent au spectroscope avec une intensité notablement amoindrie. On voit donc dans le spectre comme un rideau som-

bre qui s'avance du rouge au violet et dont on peut amener le bord à coïncider avec une des raies de Fraunhofer. Il suffira de mesurer alors l'angle d'incidence pour en déduire l'indice du cristal par rapport au liquide pour la radiation choisie. La même mesure répétée immédiatement sur une face d'un prisme de comparaison en crown d'indices connus, qui peut être instantanément substitué au cristal dans le faisceau des rayons incidents, donnera l'indice du liquide par rapport à ce prisme; la combinaison des deux observations permettra d'éliminer l'indice du liquide qui varie notablement avec la température, et de calculer l'indice du cristal en fonction de l'indice très constant du prisme de comparaison.

Je ne répéterai pas ici la description de mon appareil; je l'ai donnée avec tous les détails nécessaires dans le mémoire intitulé : *Sur un réfractomètre destiné à la mesure des indices de réfraction et de la dispersion des corps solides*[1].

Depuis lors je n'ai fait subir à mon instrument que des modifications peu importantes. Au lieu de coller la glace plane *a* (voyez la pl. I, fig. 1, du mémoire cité) directement sur l'ouverture du vase, je l'ai fixée sur un court tube cylindrique en métal maintenu par 4 vis contre une garniture mastiquée au vase. Le joint est établi par une rondelle percée en liège, dont l'élasticité donne un jeu suffisant pour le réglage de la glace plane, tout en empêchant absolument l'écoulement du sulfure de carbone.

En second lieu j'ai fait faire une plaque percée de deux trous rectangulaires contre lesquels on peut appliquer le prisme de comparaison et la lame cristalline à mesurer, et

[1] *Archives*, 1883, IX, 5; et *Zeitschrift de Groth*, 1883, VII, 529.

qui, mise à la place du système des bonnettes de la fig. 3, Pl. II (mémoire cité), permet d'obtenir immédiatement un réglage suffisant des deux surfaces réfléchissantes. C'est à peu près le dispositif employé dans l'appareil de M. Kohlrausch. Ce mode de réglage, habituellement moins commode que l'autre, ne m'a servi que rarement; mais il est indispensable pour étudier des cristaux de dimensions un peu grandes, trop altérables pour pouvoir être polis et réglés à l'air libre.

Après divers tâtonnements je me suis arrêté à effectuer chaque mesure d'indice de la manière suivante, qui m'a paru être à la fois la plus rapide et la plus exacte.

Je fais le pointé d'abord sur le cristal, d'un des côtés de l'appareil, en faisant cheminer la limite de réflexion totale du rouge vers le violet jusqu'à ce qu'elle ait atteint la couleur que je veux considérer ; immédiatement après, je fais un second pointé du même côté, mais en amenant la limite du violet vers le rouge. J'ai reconnu en effet que l'on a en général une tendance à arrêter le mouvement du spectroscope un peu trop tôt, d'où résulte un angle observé légèrement trop grand si la limite monte dans le spectre, et un angle trop petit si elle descend. Il vaut donc mieux faire les deux opérations en sens inverse et prendre la moyenne. Le même pointé double est fait ensuite sur le cristal de l'autre côté du vase. La différence entre les deux lectures à gauche et à droite donne le double de l'angle de réflexion totale.

La même série d'opérations est répétée sur le prisme de comparaison, puis une seconde fois sur le cristal, de nouveau sur le prisme de comparaison et une dernière fois sur le cristal. On prend enfin la moyenne φ des trois angles de réflexion totale sur le cristal, la moyenne Φ des

deux angles de réflexion totale sur le prisme, et l'on calcule l'indice par la formule

$$n = N \frac{\sin \varphi}{\sin \Phi}$$

N étant l'indice du prisme.

Ces opérations successives ayant pour but, non seulement de reconnaître des erreurs fortuites de pointé ou de lecture, mais surtout d'éliminer l'influence très sensible des variations de température du liquide, doivent toujours être faites de suite, et en procédant aussi régulièrement que possible. Elles s'effectuent du reste très rapidement ; les lectures n'ont pas besoin de se faire à plus d'une minute près, car ce degré d'exactitude est un peu plus grand déjà que celui que donne le pointé lui-même ; toute l'opération s'exécute en plein jour, et une détermination d'indice avec les précautions indiquées ne prend guère que 5 à 7 minutes dans le milieu du spectre, et 7 à 12 pour les raies extrêmes.

J'ai toujours déterminé chaque indice quatre ou cinq fois, et autant que possible sur deux ou trois cristaux différents, lorsqu'aucune circonstance particulière ne m'engageait à multiplier davantage les mesures. Avant chaque série les cristaux étaient repolis, et l'appareil était complètement réglé à nouveau, sinon chaque fois, du moins assez fréquemment.

Prisme de comparaison.

Le prisme de comparaison que j'ai employé est en crown, taillé par le Dr Hofmann à Paris. Ses faces ont 4mm sur 10 ; l'une des faces est exceptionnellement plane et m'a toujours servi dans le réfractomètre.

Ses indices ont été déterminés :

1° Au spectromètre.

2° Au réfractomètre, par comparaison avec une lame de spath fluor, et en me basant sur les indices de cette substance donnés par M. Édouard Sarasin [1] d'une part, et par M. Stefan [2] d'autre part.

3° Au réfractomètre, par comparaison avec une lame de quartz parallèle à l'axe, pour le rayon ordinaire et pour le rayon extraordinaire, et en me basant sur les indices du quartz déterminés par M. Mascart [3].

Comme on peut le voir par le tableau suivant, ces trois procédés m'ont donné des résultats très concordants.

Dans les mesures au réfractomètre, les chiffres placés sur une même ligne horizontale correspondent à une même série de mesures, sans réglage intermédiaire des surfaces. Tout l'appareil a été réglé à nouveau avant chaque série.

[1] Sarasin, *Archives*, 1883, X, 303.

[2] Stefan, *Sitzb. Akad. Wien.* 1871, LXIII, 243.

	Stefan.	Sarasin.	Moyenne.
a		1.43157	1.43157
B	1.43200	1.43200	1.43200
C		1.43257	1.43257
D	1.43390	1.43394	1.43392
F	1.43709	1.43705	1.43707
G	1.43982		1.43982

[3] Mascart, *Ann. École norm.*, 1864, I, 238.

	ω	ε		ω	ε
a	1.54018	1.54919	E	1.54718	1.55636
B	1.54099	1.55002	*b*	1.54770	1.55694
C	1.54188	1.55095	F	1.54966	1.55897
D	1.54423	1.55338	G	1.55429	1.56372

Indices du prisme de comparaison.

	a	B	C	D	E	b	F	G
SPECTROMÈTRE.								
	1.52539	1.52632	1.52727	1.52986	1.53331	1.53395	1.53628	1.54168
RÉFRACTOMÈTRE. Spath fluor.								
I.	1.52552	1.52630	1.52726	1.53005	—	—	1.53621	1.54176
II.	1.52538	1.52643	1.52738	1.52994	—	—	1.53633	1.54164
Moyenne	1.52545	1.52636	1.52732	1.52999	—	—	1.53627	1.54170
RÉFRACTOMÈTRE. Quartz, rayon ordinaire.								
I.	—	(1.52709)	1.52709	1.52982	—	—	1.53599	1.54184
II.	—	1.52632	1.52718	1.52988	—	—	—	—
III.	—	—	—	—	—	—	1.53604	1.54123
IV.	1.52532	—	—	—	1.53334	1.53385	—	1.54154
Moyenne	1.52532	1.52632	1.52713	1.52985	1.53334	1.53385	1.53601	1.54154
RÉFRACTOMÈTRE. Quartz, rayon extraordinaire.								
I.	—	1.52632	1.52715	1.52989	—	—	1.53592	1.54156
II.	—	1.52653	1.52742	1.52999	—	—	—	—
III.	—	—	—	—	—	—	1.53614	(1.54022)
IV.	1.52542	—	—	—	1.53330	1.53388	—	—
Moyenne	1.52542	1.52642	1.52728	1.52994	1.53330	1.53388	1.53603	1.54156
MOYENNE GÉNÉRALE.								
	1.52541	1.52637	1.52725	1.52992	1.53332	1.53389	1.53613	1.54160

Je n'ai pas cru devoir faire entrer dans les moyennes les deux chiffres entre parenthèses qui sont évidemment dus à une inadvertance.

La courbe de dispersion a ensuite été tracée à une échelle suffisante, en prenant ces valeurs des indices comme ordonnées et les longueurs d'ondes comme abscisses. Cette courbe présentait quelques petites irrégularités : j'ai cherché à les éliminer en calculant, par la méthode

des moindres carrés, les coefficients de la formule de dispersion de Cauchy

$$n = X + \frac{Y}{\lambda^2} + \frac{Z}{\lambda^4}$$

qui correspondent le mieux aux valeurs observées, et en me servant ensuite de cette formule pour calculer les valeurs les plus probables des indices.

On trouve ainsi pour les coefficients :

$$X = 1.5162807$$
$$Y = 0,0047601914$$
$$Z = -0,00001138736$$

et pour les indices :

	Observé.	Calculé.	Différence.
a	1.52541	1.52546	— 5
B	1.52637	1.52631	+ 6
C	1.52725	1.52727	— 2
D	1.52992	1.52989	+ 3
E	1.53332	1.53326	+ 6
b	1.53389	1.53390	— 1
F	1.53613	1.53621	— 8
G	1.54160	1.54156	+ 4

La différence n'atteint nulle part une unité de la quatrième décimale, et rentre par conséquent complètement dans les limites d'erreurs que la méthode comporte.

J'ai donc adopté les *valeurs calculées* ci-dessus pour les indices de mon prisme de comparaison.

La concordance obtenue pour ces chiffres, en partant des déterminations très exactes faites sur le quartz et le spath fluor par des observateurs différents, montre que les erreurs systématiques que comporte la méthode employée

dans ce travail sont en tout cas très faibles. Cette vérification a d'autant plus de valeur que les indices du prisme ainsi contrôlés sont notablement inférieurs à ceux du quartz et notablement supérieurs à ceux de la fluorine.

Détermination des températures.

Dans des recherches de ce genre il suffit de connaître la température d'une manière approximative; et comme l'introduction d'un thermomètre dans le vase même de l'appareil compliquerait sensiblement les opérations, sans donner d'ailleurs une grande sécurité, il m'a semblé préférable de déterminer la température par l'angle de réflexion totale pour la raie D sur le prisme de comparaison. Les indices du prisme peuvent être considérés comme constants dans les limites de température où l'on opère. Ceux du sulfure de carbone au contraire varient très rapidement et sont connus entre 0° et 30° par les recherches de Dale et Gladstone[1]. L'angle de réflexion totale sur le prisme varie en conséquence entre 68° 30′ environ pour 0° C., et 70° 58′ environ pour 30° C.

L'interpolation se fait rapidement sur un tracé graphique. L'indice du sulfure de carbone variant d'environ une unité de la troisième décimale par degré de température, et l'erreur commise sur une mesure d'indice isolée n'atteignant que rarement cinq unités de la quatrième décimale, on voit qu'on peut considérer les températures déterminées par ce procédé comme connues à un demi-degré près.

[1] *Philos. Transact.* 1858.

Matériel d'observations.

Dans la plupart des cas j'ai préparé moi-même mes cristaux. Pour m'assurer de leur pureté, je n'ai eu recours que rarement à l'analyse quantitative, car, outre l'inconvénient de détruire des cristaux examinés, on dispose en général de trop peu de matière pour que l'analyse donne des résultats bien certains. Quant à analyser les solutions avant de les faire cristalliser, ce serait évidemment un procédé complètement illusoire : il arrive souvent que des impuretés imperceptibles dans la solution s'accumulent dans les premiers cristaux qui se déposent.

Habituellement j'ai usé d'un procédé plus rapide et plus sûr, en joignant à des essais qualitatifs un classement méthodique au réfractomètre des divers dépôts successifs d'une même cristallisation, et des diverses cristallisations successives d'un même sel. Lorsqu'on fait cristalliser un mélange de plusieurs sels isomorphes, si ces sels ont des solubilités sensiblement différentes, le plus soluble finit toujours par s'éliminer par des cristallisations répétées, et l'on suit au réfractomètre la variation correspondante des indices. Si les sels ont à peu près la même solubilité, cette élimination peut ne pas se faire, et il peut arriver, bien que très exceptionnellement, que les cristaux mélangés aient une composition constante; mais dans ce cas, les divers sels y entrent en proportions notables, et sont aisément reconnus par les essais qualitatifs.

Les dispositions adoptées dans mon appareil sont très avantageuses pour ces classements. Des cristaux de $1\,{}^1/_2$ à 2^{mm} de diamètre peuvent y être examinés rapidement dans des conditions de précision suffisantes. On n'a donc

pas à se préoccuper dans les cristallisations préparatoires d'avoir de beaux produits. Pour les mesures définitives, il est naturellement préférable de se servir, lorsque la chose est possible, de cristaux plus gros (de 5 à 10^{mm}) qui se laissent mieux tailler et réfléchissent plus de lumière dans le spectroscope.

Afin d'éviter toute erreur, chaque cristal mis en expérience a été pourvu d'un numéro d'ordre spécial et jamais deux cristaux n'ont été sortis en même temps des tubes numérotés qui les contenaient.

Taille des cristaux.

Les surfaces destinées à être examinées au réfractomètre doivent être très planes; la planéité doit être préférée au poli et l'on doit éviter en conséquence de polir les cristaux sur des substances tendres. Un frottement, même peu prolongé, avec une peau de daim saupoudrée de potée d'étain ou de colcotar suffit pour rendre les mesures difficiles, bien que cette opération améliore en général beaucoup le poli.

Habituellement on arrive à un résultat suffisant en doucissant la surface à la main sur un verre dépoli médiocrement fin et un peu humecté d'eau, et en l'achevant, après l'avoir très soigneusement séchée, sur un disque de verre dépoli à grain très fin, parfaitement propre et sec, monté sur un tour de lapidaire, que l'on essuie constamment avec une peau de daim pendant sa rotation, tout en promenant rapidement le cristal appuyé contre sa surface. On obtient presque toujours ainsi, par un choix convenable de la vitesse de rotation du disque, un plan

très satisfaisant et un assez bon poli qui, bien qu'en général un peu strié, convient parfaitement pour les mesures au réfractomètre. Il est toutefois des substances qui ne se laissent pas polir aussi facilement, j'indiquerai pour chaque sel le procédé qui m'a paru le plus avantageux.

Densités.

Les densités ont été déterminées par rapport à l'alcool amylique au moyen de la balance hydrostatique. Cette méthode est préférable à celle du flacon lorsqu'on a affaire à des cristaux peu nombreux et de dimensions très variables. Je n'ai du reste pas eu la prétention d'atteindre une grande précision, il aurait fallu pour cela diriger autrement les cristallisations et y consacrer plus de temps qu'il ne me convenait de le faire ; mais les mesures ont toujours été répétées deux fois sur chaque cristal, de sorte qu'il n'a pas pu se produire de grosses erreurs.

Exactitude probable des indices de réfraction obtenus dans ce travail.

Les erreurs que l'on peut craindre dans des recherches de ce genre sont de diverses natures.

1° *Erreurs résultant d'un défaut de pureté chimique des cristaux examinés.* Je crois m'en être affranchi à peu près complètement par des analyses qualitatives et quantitatives, par la répétition des mesures sur des cristaux de provenances différentes, et par le classement au réfractomètre des diverses cristallisations d'un même sel.

2° *Erreurs systématiques de la méthode expérimentale elle-même, représentées par l'adoption de valeurs inexactes pour les indices du prisme de comparaison.* D'après ce qui a été dit plus haut, les valeurs adoptées pour les indices du prisme, très voisines de celles qui ont été obtenues au spectromètre, donnent, lorsqu'on les emploie pour déterminer au réfractomètre les indices du spath fluor et du quartz, des valeurs qui concordent avec celles qui ont été obtenues dans des conditions de précision exceptionnelles par MM. Mascart, Sarasin et Stefan. L'écart ne dépasse nulle part 2 unités de la 4me décimale et est généralement inférieur à cette limite ; il ne semble pas en relation avec les valeurs relatives des indices des trois substances, ni avec la position des radiations dans le spectre ; il offre au contraire les caractères d'un autre groupe d'erreurs que nous avons à considérer maintenant.

3° *Erreurs systématiques d'une même série d'observations.* Ces erreurs que j'ai étudiées en détail dans le travail cité plus haut (*Sur un réfractomètre*, etc.) résultent d'un défaut dans la taille des cristaux, ou dans le réglage de l'appareil ; elles varient et changent de signe suivant que la surface réfléchissante est placée en avant ou en arrière de l'axe de rotation de l'appareil et que les rayons qui sortent du collimateur sont légèrement convergents ou divergents. Les cristaux ayant toujours été taillés et réglés à nouveau pour chaque série, le réglage de l'appareil lui-même ayant été fait très fréquemment, on peut considérer ces erreurs comme jouant le rôle d'erreurs fortuites.

4° *Erreurs fortuites des pointés et des lectures.* Ces erreurs peuvent être mesurées par l'erreur moyenne des chiffres obtenus. Cette erreur moyenne varie naturellement un peu pour les différents sels, suivant la facilité

plus ou moins grande qu'ils présentent à la taille, et suivant le nombre des mesures effectuées ; elle varie également un peu pour les diverses couleurs. Elle est en moyenne de 10 à 12 unités de la 5me décimale, et ce n'est guère que pour l'alun de sodium qu'elle dépasse 2 unités de la 4me décimale.

En résumé, les seules erreurs systématiques qui paraissent sensibles résultent de l'adoption de valeurs inexactes des indices du prisme de comparaison. Or ces indices ont été déterminés par 4 groupes de mesures absolument distinctes, avec une erreur moyenne qui, sur l'ensemble des mesures, est inférieure à une unité de la 4me décimale. Nous venons de voir que les erreurs fortuites sont à peu près du même ordre. Je me crois donc fondé à admettre que les valeurs des indices de réfraction des aluns que je donne dans ce travail sont exactes en moyenne, à environ deux unités près de la 4me décimale et que leur erreur n'atteint nulle part une unité de la 3me décimale, si ce n'est peut-être pour les aluns de gallium dont la pureté chimique était douteuse.

II

DÉTAIL DES MESURES

Je donnerai maintenant les chiffres que j'ai obtenus dans mes diverses séries d'observations. Je n'ai supprimé que quelques mesures de classements ou d'essais qui ne sont pas comparables aux autres. Un petit nombre de chiffres, évidemment erronés, sont imprimés entre parenthèses, et ont été laissés de côté dans les moyennes.

Chaque cristal est désigné par le numéro d'ordre qu'il porte sur mon registre d'observations; chaque série effectuée sur un même cristal, après polissage et réglage à nouveau, est désignée par une lettre et forme une ligne horizontale dans les tableaux.

1. Alun sulfurique d'aluminium et d'ammonium.

$$(Az\,H^4)^2\,Al^2\,(SO^4)^4 + 24\,H^2O.$$

Les indices de réfraction de ce sel ont été déterminés par Grailich [1], mais dans des conditions défavorables. Grailich, opérant par la méthode de la déviation minimum, n'a examiné qu'un seul prisme qui ne permettait pas de voir les raies de Fraunhofer. Il était donc obligé d'estimer leur position pour faire les pointés. En outre il n'indique pas la provenance de ce prisme, et ne dit pas s'il s'est assuré de sa composition chimique. Il fait d'ailleurs suivre ses mesures de la mention : *très incertain.*

Grailich donne les valeurs suivantes qui, ainsi qu'on le verra, sont notablement différentes de celles que j'ai obtenues.

Indices de réfraction de l'alun ammoniacal, d'après Grailich.

B	1.4585	E	1.4656
C	1.4597	F	1.4683
D	1.4624	G	1.4723

Pour la densité de l'alun ammoniacal cristallisé, on a

[1] Grailich, *Krystallog. opt. Untersuch.* Vienne, Ed. Hölzel, 1858, p. 137.

donné à ma connaissance les valeurs suivantes[1] : 1,622 Schiff, 1,653 Buignet, 1,626 Kopp, 1,625 Joule et Playfair.

Ce sel est facile à tailler sur le disque de verre dépoli.

Les cristaux que j'ai examinés sont les suivants :

Cristal 15, provenant du Dr Th. Schuchardt, à Gœrlitz. Gros cristal octaédrique transparent, presque sans anomalies optiques.

Densité 1,636.

a. Poli sur une face de l'octaèdre, bon. T = 19°.

b. Poli et examiné la face opposée. T = 16°,5.

c. Coupé en deux et examiné sur la tranche. T = 15°,5.

Ce cristal n'était pas tout à fait pur, mais contenait 3-4 °/₀ d'alun de potasse, et un peu de soude.

Cristal 20. J'ai préparé une solution d'alun ammoniacal avec des produits sensiblement purs ; cette solution, par évaporation lente, m'a donné simultanément les cristaux 20, 20 *bis* et 21, tous trois en octaèdres modifiés par le cube et le dodécaèdre rhomboïdal. Pas d'anomalies optiques.

Densité 1,630.

Poli sur une face de l'octaèdre, limite de réflexion totale remarquablement nette.

Un fragment pesant 0 gr. 4264 a donné après calcination un résidu de 0 gr. 0488. Le résidu théorique pour l'alun ammoniacal pur serait de 0 gr. 0484.

Cristal 20 bis, n'a pas servi aux mesures optiques, mais seulement à un essai chimique ; même résultat que pour le cristal 20. Matière employée 0 gr. 3435, résidu après calcination 0 gr. 0395 au lieu de 0 gr. 0390.

[1] Rammelsberg, *Physikalische Chemie*. Leipzig, W. Engelmann, 1882.

Cristal 21. Densité, 1,626 à 18° C.

Poli sur une face octaédrique, bonne limite, sauf vers la raie G.

Aucun de ces cristaux ne contenait de fer, ni de potasse appréciable au spectroscope; mais ils renfermaient un peu de soude, en quantité suffisante pour colorer la flamme. Après plusieurs cristallisations successives et en ne conservant chaque fois que les premiers dépôts, j'ai obtenu un produit qui ne donnait plus de coloration visible à l'œil nu.

Cristal 35. Poli comme les précédents.

a. Médiocre.

b. Poli meilleur, limite un peu plus fixe.

La différence théorique des indices du cristal 15 et de ceux des cristaux plus purs, rentrant complètement dans les erreurs habituelles des observations, j'ai cru devoir ne pas les séparer dans la moyenne.

$(Az\,H^4)^2\,Al^2\,(SO^4)^4 + 24\,H^2O$.

Température 15—21° C. — Densité 1.631.

Cristal.	*a*	B	C	D	E	*b*	F	G
15 *a*	1.45525	1.45593	1.45689	1.45926	1.46229	1.46290	1.46479	1.46912
b	1.45505	1.45598	1.45696	1.45946	1.46239	1.46290	1.46482	1.46906
c				1.45942				
20	1.45511	1.45605	1.45691	1.45941	1.46236	1.46285	1.46485	1.46932
21	1.45494	1.45599	1.45696	1.45944	1.46234	1.46287	1.46480	1.46942
35 *a*				1.45913				
b				1.45961				
Moyenne...	1.45509	1.45599	1.45693	1.45939	1.46234	1.46288	1.46481	1.46923

2 et 3. Alun sulfurique d'aluminium et de potassium.

$$K^2 Al^2 (SO^4)^4 + 24 H^2O.$$

Les indices de réfraction de l'alun de potasse ont été déterminés par Grailich [1] dans les mêmes conditions que ceux de l'alun d'ammoniaque, c'est-à-dire au moyen d'un prisme formé de deux faces naturelles du cristal, trop imparfaites pour laisser voir les raies de Fraunhofer.

Indices de l'alun de potasse, d'après Graïlich.

B	1.4511	E	1.4583
C	1.4524	F	1.4606
D	1.4549	G	1.4650

Ces valeurs sont assez différentes de celles qui ont été obtenues par MM. Kohlrausch, Fock, Stefan, Alb. Brun et par moi-même. Étant données les conditions défectueuses dans lesquelles elles ont été obtenues, et l'incertitude qui règne sur la pureté chimique du seul cristal dont ait parlé Grailich, ces valeurs me paraissent fort douteuses.

M. F. Kohlrausch [2], au moyen de son réfractomètre à réflexion totale a obtenu pour la raie D

$$n_D = 1.4561$$

M. A. Fock [3], opérant avec le même appareil a trouvé :

$$n_D = 1.4557$$

[1] *Krystallog.opt. Untersuch.*, p. 133.
[2] *Verhandl. d. physik. med. Gesellsch. Würzb.* N. F. XII, 1877.
[3] *Groth Zeitschrift*, 1880, IV, 594.

M. Alb. Brun [1], par la méthode de la déviation minimum, a trouvé sur deux petits cristaux très purs, les prismes étant formés de deux faces naturelles :

$$n_D = 1.4568 \text{ et } 1.4565$$

M. Stefan [2], par la méthode de la déviation minimum, a trouvé :

A	1.45057	E	1.45892
B	1.45262	F	1.46140
C	1.45359	G	1.46563
D	1.45601	H	1.46907

Pour la densité de l'alun de potasse cristallisé on a donné : 1.751 Joule et Playfair, 1.722 Schiff, 1.757 Buignet, 1.724 Kopp, 1.733 Dufrénoy.

J'ai fait pour ma part un assez grand nombre de mesures sur des cristaux de provenances variées. Cet alun se taille aisément sur le plateau tournant de verre dépoli très propre et sec.

Cristal 1. J'ai préparé une solution d'alun de potasse avec des sulfates de potassium et d'aluminium à peu près purs du commerce contenant seulement tous deux un peu de soude, et celui d'aluminium une trace de fer. Le cristal 1 provenait de la première cristallisation de cette solution. Il ne contenait pas de fer ni d'ammoniaque, et donnait dans la flamme du bec Bunsen la coloration violette parfaitement franche [3]. Densité 1.724.

[1] Mesures inédites que M. Brun a bien voulu me communiquer.

[2] *Sitzb. Akad. Wien.* 1871, LXIII, 242.

[3] L'alun de potasse n'entraîne presque pas de soude dans sa cristallisation. Des cristaux de ce sel formés dans une solution d'alun

a. Plaque polie, assez bon.

b. Repoli, tout réglé à nouveau. T = 8° à 9° dans ces deux séries.

Cristal 2. Provenant de la même cristallisation.

a. Poli, limite fixe et nette.

b. Repoli, tout réglé à nouveau.

c. Répété simplement la mesure sur la raie B. T = 9° environ dans ces trois séries.

d. Repoli plusieurs mois après. T = 20°-23°.

Cristal 3. Bel octaèdre limpide provenant du Dr Schuchardt à Gœrlitz. Densité 1.739.

a. Poli sur une face de l'octaèdre.

b. Repoli, tout réglé à nouveau.

c. *Idem*.

Température 8° à 10° dans ces trois séries.

d. Repoli plusieurs mois après. T = 19°,5.

Cristal 5. Octaèdre limpide. Même provenance.

a. Poli. T = 9°.

b. Repoli. T = 23°.

Cristal 9. 2me cristallisation des cristaux formés dans la solution qui avait fourni 1 et 2; gros cristal limpide, octaèdre modifié par les faces du cube et du dodécaèdre rhomboïdal. Densité 1.742.

a. Poli, limite parfaite. T = 8°,5.

b. Repoli, tout réglé, limite un peu vague. T = 6°,5.

Cristal 10. 3me cristallisation; petit cristal opaque.

Cristal 11. 4me cristallisation, observé sur une face naturelle.

de soude, où le potassium n'existait que comme impureté, donnent encore une coloration violette très nette dans la flamme.

$K^2 Al^2 (SO^4)^4 + 24 H^2O$.

Température 6 — 11° C.

Cristal.		*a*	B	C	D	E	*b*	F	G
1	*a*	1.45232	1.45313	1.45390	1.45664	1.45938	1.46010	1.46205	
	b							1.46193	
2	*a*	1.45217	1.45300	1.45394	1.45643	1.45931	1.45996	1.46170	
	b	1.45218	1.45310	1.45397					1.46615
	c		1.45311						
3	*a*	1.45237	1.45324	1.45416	1.45655	1.45943	1.46003	1.46194	1.46625
	b			1.45396	1.45636			1.46180	
	c	1.45244							1.46593
5	*a*				1.45655				
9	*a*			1.45410	1.45663	1.45940	1.46005	1.46188	1.46610
	b		1.45298	1.45396	1.45629	1.45920	1.45986	1.46157	
10					1.45651				
11					1.45650				
Moyenne...		1.45230	1.45309	1.45400	1.45650	1.45934	1.46000	1.46184	1.46611

$K^2 Al^2 (SO^4)^4 + 24 H^2O$.

Température 19—2[illegible]° C.

Cristal.		*a*	B	C	D	E	*b*	F	G
2	*d*	1.45206	1.45285	1.45384	1.45621	1.45928	1.45989	1.46163	1.46598
3	*d*		1.45285	1.45403	1.45639	1.45939		1.46168	
5	*b*	1.45225	1.45304	1.45391	1.45633	1.45938	1.45986	1.46191	1.46611
Moyenne...		1.45215	1.45291	1.45393	1.45631	1.45935	1.45 87	1.46174	1.46604

Il semble d'après ces chiffres que les indices diminuent un peu lorsque la température s'élève. Ce résultat est tout à fait conforme à celui qui a été obtenu par M. Stefan [1]. Mais la différence entre les deux séries est trop voisine de la limite extrême d'exactitude sur laquelle mon

[1] *Sitzb. Akad. Wien.* 1871, LXIII, 242.

instrument permet de compter pour que je puisse en tenir compte. Je me bornerai donc à adopter, pour une température de 14° à 15° C., la moyenne de toutes les observations.

$K^2 Al^2 (SO^4)^4 + 24 H^2O$.

Température 6—23° C. — Densité 1.735.

a	1.45226	E	1.45934
B	1.45303	*b*	1.45996
C	1.45398	F	1.46181
D	1.45645[1]	G	1.46609

J'ai en outre mesuré les indices d'un cristal renfermant une forte proportion d'alun ammoniacal.

Cristal 14. Octaèdre transparent, provenance Schuchardt. Fortes anomalies optiques.

Densité 1,681 à 18° C.

a. Le cristal a été poli et observé sur une face de l'octaèdre. Limite fixe, assez droite. T = 17°.

b. Il a été poli et observé sur la face opposée. Bon. T = 14°.

c. Il a été coupé en deux et observé sur la tranche. Limite peu distincte. T = 17°.

Les indices semblent plus faibles à l'intérieur du cristal; mais les différences ne dépassent guère les erreurs possibles des observations.

Un premier fragment pesant 0 gr. 2045 a été calciné

[1] Cette valeur de n_D est un peu différente de celles que j'avais données ailleurs (Sur un réfractomètre... *Archives*, 1883, IX, 14), 1.45538; 1.45571; 1.45576. Celles-ci avaient été obtenues avec un appareil d'essai dans lequel les divers réglages laissaient beaucoup à désirer. Je les considère comme fort incertaines en comparaison des mesures dont les résultats sont donnés ci-dessus.

et a donné un résidu de 0 gr. 0365 au lieu de 0 gr. 0232 qui conviendrait à l'alun ammoniacal pur. Ce résidu a été repris par de l'eau bouillante, et celle-ci, évaporée après filtration, a laissé un dépôt de sulfates de potasse et de soude. La soude était du reste en très faible proportion, suffisante seulement pour altérer un peu la coloration violette de la flamme, due à la potasse.

En négligeant la soude [1], les chiffres ci-dessus conduisent à la composition (en équivalents):

64,4 alun ammoniacal;
35,6 alun de potasse.

Un second fragment du cristal 14, pesant 0 gr. 2327, a laissé après calcination un résidu de 0 gr. 0423 au lieu de 0 gr. 0265, ce qui conduit à

62,5 alun ammoniacal.
37,5 alun de potasse.

On peut admettre la moyenne de ces deux résultats, c'est-à-dire 36,5 % d'alun de potasse et 63,5 % d'alun d'ammoniaque.

$$(0.36\ K^2 + 0.64\ (Az\ H^4)^2)\ Al^2\ (SO^4)^4 + 24\ H^2O.$$

Température 14—17°. — Densité 1.681.

Cristal.	*a*	B	C	D	E	*b*	F	G
14 *a*	1.45464	1.45523	1.45644	1.45881	1.46171	1.46235	1.46430	1.46872
b	1.45462	1.45531	1.45616	1.45862	1.46165	1.46223	1.46411	1.46837
c				1.45844				
Moyenne...	1.45463	1.45527	1.45630	1.45862	1.46168	1.46229	1.46420	1.46854

[1] D'après une observation de M. Des Cloizeaux, *Ann. de Chimie*, 1864, I, 322, la proportion de sulfate de soude qui produit cette coloration de la flamme doit être inférieure à 4 % du mélange du sulfate.

Vu l'incertitude de l'analyse chimique, il me paraît que ces chiffres peuvent être considérés comme suivant sensiblement la loi de proportionnalité de M. Dufet. La loi de Dufet donnerait 1,45825 pour la raie D.

4 et 5. Alun sulfurique d'aluminium et de thallium.

$$Tl^2\,Al^2\,(SO^4)^4 + 24\,H^2O$$

L'indice de réfraction de l'alun de thallium a été déterminé, au moyen du réfractomètre de Kohlrausch, par M. A. Fock, qui a trouvé $n_D = 1{,}4888$. Les chiffres que j'ai obtenus sont tous notablement plus élevés, et cette divergence avec le travail de M. Fock, travail qui paraît fort soigné et qui est important par ses conséquences, m'a engagé à prendre toutes les précautions possibles, et à opérer sur un grand nombre de cristaux de provenances différentes.

Si l'on construit un tracé graphique des résultats donnés par M. Fock pour les mélanges isomorphes d'alun de potassium et de thallium, en prenant comme abscisses les nombres d'équivalents d'alun de thallium contenus dans 100 équivalents de ces mélanges, et comme ordonnées les indices correspondants, on obtient depuis 0 jusqu'à 30 °/₀ d'alun de thallium, une ligne sensiblement droite; mais au delà, la courbe devient fort irrégulière, atteint après plusieurs inflexions considérables, un maximum vers 90 °/₀, et redescend ensuite brusquement pour atteindre la valeur 1,4888 qui conviendrait à l'alun pur.

Si l'on songe aux difficultés que présente le dosage exact du thallium et la détermination par différence du potassium; si l'on remarque que dans des recherches semblables on ne peut guère opérer que sur de petites

quantités de matière, et que les erreurs se multiplient encore dans le calcul des proportions, en raison des poids moléculaires considérables des aluns de thallium, les oscillations de la courbe ne présentent rien de très surprenant, mais elles diminuent beaucoup la confiance que l'on peut accorder aux conclusions de M. Fock. La courbe doit être sensiblement exacte dans sa première partie, le dosage étant d'autant plus précis que la proportion de thallium est plus faible. Or en prolongeant cette ligne sensiblement droite, on arrive, pour l'abscisse 100 °/₀, à un chiffre qui est très sensiblement celui que j'ai obtenu. Mes résultats, d'accord avec celles des mesures de M. Fock qui offrent le plus de chances d'exactitude, confirmeraient donc d'une manière générale la loi de M. Dufet. Toutefois, comme on le verra tout à l'heure, ils n'excluent pas complètement la possibilité d'un maximum de la courbe pour un sel renfermant une petite quantité de matière étrangère.

Cristal 7. Assez gros cristal fourni par le Dr T. Schuchardt. Pas d'anomalies optiques. Densité 2,256. Poli sur le disque de verre sec.

a. Face naturelle de l'octaèdre, limite médiocre. T = 12°,5.

b. Même face repolie; très bon.

c. Coupé et examiné sur la tranche, limite bonne. T = 11°.

Ce cristal pesant 0 gr. 3504 a donné à l'analyse 0 gr. 0300 d'alumine. L'alun de thallium pur donnerait 0 gr. 02996, l'alun de potasse donnerait 0 gr. 0377, celui de soude 0 gr. 0393. Au spectroscope, je n'ai pas trouvé de potasse, mais seulement un peu de soude. Pas d'ammoniaque ni de fer.

Cristal 8. Même provenance. Pas d'anomalies optiques sensibles. Densité 2,266.

a. Poli sur une face octaédrique, bon.

b. Poli sur la face opposée, assez bon. T = 12,5.

c. Repoli plusieurs semaines après ; très bonne limite.

d. Répétition de la mesure sur la raie G, sans nouveau réglage.

e. Repoli trois mois plus tard, très bonne limite, T = 23°,5.

Ce cristal pesant 0gr.3337 a donné à l'analyse 0 gr.0251 d'alumine au lieu de 0 gr. 0256, et 0 gr. 1125 d'oxyde thalleux au lieu de 0 gr. 1108. Le résidu des alcalis donne au spectroscope une *trace* de potasse.

Cristal 13. Même provenance, pas d'anomalies optiques. Densité 2,249.

a. Poli sur une face octaédrique, bonne limite immobile. T = 10°.

b. Simple répétition, sans nouveau réglage. T = 11°,5.

c. Repoli.

Au spectroscope, ce cristal ne donne pas de potasse, mais un peu de soude. Pas de fer ni d'ammoniaque.

$Tl^2 Al^2 (SO^4)^4 + 24 H^2O$.

Température 10—23°. — Densité 2.257.

Cristal.		*a*	B	C	D	E	*b*	F	G
7	*a*	1.49219	1.49316	1.49440	1.49738	1.50132			
	b						1.50224	1.50470	1.51084
	c			1.49461	1.49755			1.50485	
8	*a*	1.49227	1.49323	1.49443	1.49745	1.50130	1.50204	1.50459	1.51096
	b		1.49313	1.49441		1.50124		1.50453	
	c							1.50468	1.51084
	d								1.51073
	e	1.49220	1.49305	1.49435	1.49747	1.50116	1.50203	1.50453	1.51077
13	*a*	1.49234	1.49326	1.49440	1.49757	1.50136	1.50204	1.50456	1.51056
	b	1.49230			1.49748				1.51075
	c								1.51065
Moyenne...		1.49226	1.49317	1.49443	1.49748	1.50128	1.50209	1.50463	1.51076

Ces chiffres, obtenus sur des cristaux renfermant un peu de soude et à peine une trace de potasse, ont été controlés par les mesures suivantes, effectuées sur des cristaux provenant également du Dr T. Schuchardt, qui contenaient un peu moins de soude, mais qui, introduits directement dans la flamme, devant le spectroscope, donnaient la raie de la potasse assez fugitive. Pas de fer ni d'ammoniaque.

Cristal 6. Quelques légères anomalies optiques. Densité 2,289.

a. Face octaédrique naturelle, assez bonne. T = 10°,5.

b. Même face polie, très bonne. T = 12°.

c. Repoli quatre mois plus tard. T = 23°.

Accident pendant l'analyse.

Cristal 12. Pas d'anomalies optiques. Densité 2,295.

a. Face octaédrique polie. T = 16°.

b. Poli profondément sur la face opposée. T = 12°.

L'analyse de ce cristal m'a donné :

Matière employée, 0 gr. 2671.

	Observé.	Calculé.	
	Cristal 12.	Alun Tl^2 pur.	Alun $\frac{9}{10}$ Tl^2 $\frac{1}{10}$ K^2
Eau	0.0892	0.0903	0.0927
Al^2O^3	0.0212	0.0213	0.0219
Tl^2O	0.0861	0.0886	0.0819
So^3	0.0684	0.0669	0.0686
$(K^2, Na^2)O$	0.0005 [1]	0.0000	0.0020
	0.2654	0.2671	0.2671

[1] Le résidu des sulfates alcalins a été de 0.0040. Une contre-épreuve en employant des quantités d'eau distillée et de réactifs aussi égales que possible à celles que j'avais employées dans l'analyse, et en les faisant passer sur des filtres identiques, m'a donné un résidu de 0 gr. 0030; reste 0 gr. 001 de sulfates alcalins ou 0 gr. 00054 de K^2O en négligeant la soude.

Le cristal semble donc contenir environ 3 % en équivalents d'aluns étrangers, de potasse principalement.

$$(0,97\ Tl^2 + 0,03\ K^2)\ Al^2\ (SO^4)^4 + 24\ H^2O.$$

Température 10—23°. — Densité 2.292.

Cristal.		*a*	B	C	D	E	*b*	F	G
6	*a*	1.49104	1.49207	1.49329	1.49641	1.50001	1.50083	1.50349	1.50922
	b	1.49122	1.49214	1.49341	1.49644	1.50028	1.50098	1.50347	1.50927
	c		1.49208	1.49320	1.49622	1.50009	1.50088	1.50332	1.50918
12	*a*	1.49108	1.49216	1.49318	1.49616	1.50004	1.50088	1.50332	1.50918
	b		1.49244		1.49667			1.50362	
Moyenne...		1.49111	1.49218	1.49327	1.49638	1.50010	1.50089	1.50344	1.50921

La densité semble un peu plus forte, tandis que l'indice de réfraction est notablement plus faible que dans les cristaux plus purs.

Enfin, j'ai préparé moi-même de l'alun de thallium avec du sulfate de thallium pur et du sulfate d'alumine presque pur (trace de fer).

Un très petit cristal déposé en premier lieu, m'a donné $n_D = 1,49793$. Cette mesure faite sur une face naturelle n'est pas très certaine.

Un cristal plus gros, déposé postérieurement, a donné $n_D = 1,49758$. Ce cristal (n° 46), examiné au spectroscope, ne contenait pas de potasse, mais un peu de soude.

Les premiers cristaux déposés dans cette solution ont été redissous, et chauffés avec de l'acide sulfureux; puis la solution a été abandonnée à elle-même, et j'ai recueilli les cristaux à mesure qu'ils se formaient; le premier cristal déposé (n° 47), a donné $n_D = 1,49706$ et le dernier (n° 48) 1,49724.

J'ai fait une seconde préparation avec du thallium préalablement précipité à l'état de chlorure et bien lavé, et de l'alumine pure; un cristal de deuxième cristallisation (n° 49) m'a donné $n_D = 1,49713$. Les cristaux de deuxième cristallisation des deux préparations contenaient encore un peu de soude; ils ont été réunis et soumis à une troisième cristallisation dont le premier dépôt (n° 52) ne donnait pas trace appréciable de soude au spectroscope, et m'a fourni les valeurs :

$$n_D = 1.49705 \qquad 1.49701 \qquad 1.49724$$

Le cristal n° 13, mesuré de nouveau en même temps, m'a donné comme précédemment 1,49750.

Ces mesures ont été faites en hiver, dans un moment où le soleil ne se montre que rarement; pour gagner du temps, j'ai été obligé de diminuer un peu le nombre des pointés dans chaque série. Il me paraît donc préférable de ne pas faire entrer dans les moyennes ces mesures, qui ne sont pas tout à fait comparables aux autres et qui altéreraient la courbe de dispersion. Il semble toutefois que l'alun de thallium tout à fait pur a un indice de réfraction un peu plus faible que celui que j'avais mesuré en premier lieu. Peut-être ce dernier contenait-il un peu de sesquioxyde de thallium, remplaçant une quantité correspondante d'alumine ? En tout cas je n'ai pas trouvé d'indices sensiblement différents en oxydant par Az^2O^5 ou en réduisant par SO^2 la solution qui fournissait les cristaux.

Je ne suis pas parvenu à obtenir des aluns de sesquioxyde de thallium; en mélangeant le sulfate thallique soit avec du sulfate de protoxyde de thallium, soit avec

du sulfate d'ammoniaque, je n'ai obtenu que des croûtes à cristallisation très confuse et biréfringentes; un petit cristal d'alun aluminium-thallium plongé dans la solution saturée, a disparu sans provoquer la cristallisation.

(A suivre.)

BULLETIN SCIENTIFIQUE

PHYSIQUE

E.-E. Blavier. Étude sur les courants telluriques. (Paris, Gauthier-Villars, 1884.)

On sait que la terre est sans cesse sillonnée par des courants électriques, et depuis l'établissement des principales lignes télégraphiques de nombreuses recherches ont été faites sur l'importance et la direction de ces courants. Il suffit en effet de mettre à la terre les deux extrémités d'une ligne télégraphique en intercalant un galvanomètre sur le circuit pour constater facilement leur existence.

L'importance de la connaissance des courants telluriques, principalement au point de vue de leurs relations avec le magnétisme terrestre, n'échappera à personne, aussi la question de leur étude d'une manière simultanée et raisonnée a-t-elle été souvent mise sur le tapis par les sociétés savantes. Nous citerons en particulier pour notre pays, la réunion de la Société helvétique des sciences naturelles à Zurich en 1864, dans laquelle, sur la proposition d'A. de la Rive, on nomma une commission chargée d'examiner et d'étudier cette intéressante question. Deux ans après cette décision M. L. Dufour, qui avait été nommé membre de la commission, faisait paraître un travail important sur ce sujet, travail inséré dans le *Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles* (vol. IX, n° 54). Dans ces derniers temps la question a été de nouveau agitée par les congrès des électriciens tenus à Paris en 1881, et surtout en 1882. Dans la séance du 26 octobre 1882 il fut en effet émis les vœux suivants : 1° que certaines lignes de petite longueur mais indépendantes du réseau télégraphique

de chaque pays fussent consacrées d'une manière exclusive à l'étude des courants terrestres ; 2° que les grandes lignes, particulièrement les lignes souterraines, fussent utilisées le plus fréquemment possible pour des recherches de cette nature, ces lignes étant dirigées de préférence du nord au sud et de l'est à l'ouest, les observations ayant lieu le même jour, par exemple le dimanche dans les différents pays. A la suite de cette décision, de nombreux observateurs ont repris la question ; nous citerons entre autres, en Allemagne M. Lüdewig, en Russie M. Wild, en Italie M. Galli, en France MM. Vaschy et Belugou, M. Laroque et M. Blavier. C'est sur les expériences de ce dernier que nous désirons donner quelques détails ; elles ont en effet été faites par un procédé d'enregistrement continu et fournissent ainsi des renseignements assez complets sur la période d'octobre 1883 à avril 1884. Le système de M. Blavier consiste à enregistrer directement les observations par la photographie. Il y parvient par une disposition analogue à celle employée dans l'étude des composantes du magnétisme terrestre par M. Mascart à l'observatoire de Saint-Maur. Trois galvanomètres apériodiques à miroir du système Deprez et d'Arsonval (*la Lumière électrique*, tome VI, page 439) sont disposés de façon à lancer sur une fente les images lumineuses de trois ouvertures dont est munie la lanterne d'une lampe à gazogène. Derrière cette fente se meut perpendiculairement et d'un mouvement uniforme un papier photographique ; le déplacement des rayons lumineux combiné à celui du papier détermine sur ce dernier l'inscription de trois courbes noires au moyen desquelles il est facile de faire l'étude comparée des courants telluriques dans trois lignes différentes. Pour rendre les observations tout à fait comparables, on prend soin d'égaler les résistances totales des circuits, ce qui permet en outre de mesurer directement en volts les différences de potentiel des deux extrémités du circuit à la simple inspection des courbes. Il suffit pour cela de déterminer chaque jour la constante de l'instrument en faisant passer le courant d'un élément Daniell dans le galvanomètre et un rhéostat de façon que la résistance totale soit de 20,000 ohms. Outre la continuité des observations, ce système a encore l'avantage de

supprimer les effets secondaires dus aux dérivations ou à l'électricité atmosphérique. L'expérience montre en effet que les courbes sont les mêmes pour un fil aérien ou un fil souterrain, qui doivent être affectés d'une manière très différente par ces actions secondaires. Les observations ont porté soit sur des fils souterrains soit sur des fils aériens; la direction étant sensiblement nord-sud, comme Paris-Havre, ou est-ouest, comme Paris-Nancy. La longueur des lignes a varié de un à cent cinquante kilomètres.

Voici maintenant les principaux résultats obtenus. Les courants telluriques ont une direction bien déterminée; si l'on constate par exemple dans la ligne Paris-Lille un courant allant de Paris à Lille, on trouvera dans la ligne Paris-Lyon, qui peut être considérée comme lui faisant suite, un courant allant de Lyon à Paris. On constate le même phénomène dans des lignes parallèles, telles que Paris-Lille et Nancy-Dijon. Les variations des courants telluriques concordent avec celles du magnétisme terrestre, qu'il s'agisse des variations accidentelles ou des variations régulières et normales. On peut même, en comparant la direction des courants terrestres avec celle des variations de la déclinaison, reconnaître que les courants telluriques qui produisent les variations magnétiques circulent au-dessus de la surface du sol, ce qui concorde avec la théorie des aurores boréales d'A. de la Rive. Ainsi, par exemple, le 11 novembre à 6 h. 30 on a observé un courant allant de Dijon à Paris, ce courant était produit par l'induction d'un courant de direction contraire du nord au sud et augmentant d'intensité. Au même moment la déclinaison subissait une diminution et, par suite, le pôle austral de l'aiguille était soumis à une force allant de l'ouest à l'est: on en conclut que le courant qui produisait cette dernière action circulait dans les régions supérieures de l'atmosphère. M. Blavier ne se prononce pas sur l'origine de ces courants, qui peuvent du reste provenir de plusieurs causes; il montre seulement comment l'influence des taches solaires et celle de la lune, qui ont été constatées par divers observateurs, peuvent s'expliquer lorsqu'il s'agit de courants circulant dans les régions supérieures de l'atmosphère. A. R.

CHIMIE

CHR. DRALLE. OXYDATION DE LA PURPURINE. (*Berichte*, XVII, p. 376. Zurich.)

La purpurine de la garance est beaucoup plus facilement oxydable que ses isomères obtenus par synthèse, il se forme de l'acide phtalique ; la chinizarine en solution alcaline traitée par le ferricyanure de potassium en donne aussi, tandis qu'on n'en obtient point avec l'alizarine.

J. EFFRONT. SUR LES ISOBUTYL-O-AMIDOTOLUÈNES ISOMÈRES. (*Berichte*, XVII, p. 419. Zurich.)

Erhardt a obtenu une amine primaire isobutylée du toluène en chauffant de l'o-toluidine avec du chlorure de zinc; M. Effront a obtenu un isomère de ce corps en chauffant de l'o-toluidine avec de l'alcool isobutyrique ; le point d'ébullition est le même, mais la forme cristalline et la solubilité des sels diffèrent ainsi que les points de fusion des dérivés benzoylés et acétylés. Cette recherche n'est pas terminée.

W. TRZCINSKI. PRODUIT DE CONDENSATION DU β NAPHTOL ET DE LA BENZALDÉHYDE. (*Berichte*, XVII, p. 499. Berne.)

Si l'on ajoute une partie d'acide sulfurique à une dissolution alcoolique de 3 parties de β naphtol à 1 $^1/_2$ partie de benzaldéhyde, il se forme un corps cristallisant sous forme de tablettes rhombiques de sa dissolution dans le benzol, fusible à 190°-191°, ne paraissant point renfermer d'hydroxyle et auquel l'auteur donne pour formule $C_{68}H_{46}O_3$, la condensation aurait donc lieu aux dépens de 4 molécules de chaque constituant avec élimination de 5 molécules d'eau. Un dérivé nitré correspond par contre à la formule

$$C_{34}H_{17}(No_2)_7O_2$$

A. Bourquin. Action du chlorure de zinc sur les aldéhydes salycilique et paroxybenzoique. (*Berichte*, XVII, p. 502. Berne.)

Le chlorure de zinc dissous dans l'acide acétique glacial additionné d'aldéhyde salicique et chauffé quelque temps à 145° environ, donne en versant ensuite dans un excès d'eau, un corps insoluble rouge, qui purifié correspond à la formule $C_{14}H_{10}O_3$; il donne un dérivé acétylé $C_{14}H_9O_3C_2H_3O$ soluble dans le chloroforme et facilement saponifiable. L'aldéhyde paraoxybenzoïque traitée de même donne un isomère qui ne fournit point de dérivé acétylé.

V. Meyer et Otto Stadler. Dérivés colorés du pyrrol. (*Berichte*, XVII, p. 1034. Zurich.)

MM. Ciamician et Silber ont obtenu une matière bleue en traitant un mélange d'isatine et de pyrrol par l'acide sulfurique dilué, les auteurs ont également observé la formation de produits colorés en ajoutant à du pyrrol une solution de différentes quinones. Ainsi la phénanthrènequinone donne un précipité brun soluble en rouge violet dans le chloroforme ; une solution de benzoquinone donne avec le pyrrol, même sans adjonction d'acide, une matière colorante violette soluble dans l'eau; si l'on avait ajouté de l'acide sulfurique, il se formait un produit vert insoluble dans l'éther, mais celui-ci extrait par contre de l'hydroquinone ; la réaction est donc assez complexe et doit être étudiée de plus près.

C. Schall. Du rapport qui existe entre le poids moléculaire d'une substance et la rapidité avec laquelle elle se volatilise. (*Berichte*, XVII, p. 1044, Zurich.)

L'auteur pose les lois suivantes qu'il a vérifiées au moyen d'un appareil ingénieux qu'il décrit. La rapidité de volatilisation dans leur propre atmosphère d'un même poids de différentes substances est inversement proportionnelle à leurs

poids moléculaires, d'où il ressort suivant la loi d'Avogadro, que des poids équivalents de diverses substances se volatilisent dans leur atmosphère propre dans le même temps en occupant le même volume. C'est ce qui a été vérifié expérimentalement pour 11 substances ayant un point d'ébullition au-dessous de 100°.

J. Berlinerblau. Muscarine. (*Berichte*, XVII, p. 1139. Berne.)

M. Schmiedberger donne à la muscarine la constitution

$$\begin{array}{l} \qquad\qquad\qquad\quad\; H \\ \qquad\qquad\qquad\;\; / \\ (CH_3)_3N—CH_2C—OH \\ \qquad\quad\;\, \diagdown \qquad \diagdown \\ \qquad\quad\;\; OH \qquad OH \end{array}$$

Pour vérifier cette hypothèse l'auteur a traité le monochloracétal par la triméthylamine et il a obtenu en effet le chlorure de l'éther éthylique de la muscarine, suivant la réaction

$$\begin{array}{l} CH_2Cl—CH(OC_2H_5)_2+(CH_3)_3N=(CH_3)_3N—CH_2CH(OC_2H_5)_2 \\ \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\quad\;\; \diagdown \\ \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\quad\;\;\; Cl \end{array}$$

en saponifiant cet éther on obtient une base

$$\begin{array}{l} (CH_3)_3N—CH_2COH \\ \qquad\quad\;\, \diagdown \\ \qquad\quad\;\;\, Cl \end{array}$$

qui a la propriété d'une aldéhyde et qui est de la muscarine chlorée, moins une molécule d'eau, cette base a des propriétés physiologiques analogues à la muscarine.

G. Kircher. Anthraquinones chlorés et anthracène. (*Berichte*, XVII, p. 1167. Genève.)

En traitant l'anhydride de l'acide tétrachlorphtalique dissous dans le benzol par le chlorure d'aluminium on obtient l'acide tétrachlorbenzoylbenzoïque $C_6Cl_4<\begin{smallmatrix}CO—C_6H_5\\COOH\end{smallmatrix}$, celui-ci traité par l'acide sulfurique donne l'anthraquinone tétrachlorée $C_6Cl_4<\begin{smallmatrix}CO\\CO\end{smallmatrix}>C_6H_4$ fusible à 191°, ou traité par l'acide iodhydrique et le phosphore, l'anthracène tétrachloré,

aiguilles solubles dans le benzol fondant à 148°-149° qui oxydées fournissent de l'anthraquinone tétrachlorée. Celle-ci chauffée avec de la poussière de zinc et de l'ammoniaque au bain-marie fournit de l'anthracène bichloré, aiguilles fusibles vers 255° qui oxydées donnent l'anthraquinone bichlorée fusible vers 261°. Ces dérivés chlorés de l'anthracène ne sont pas identiques à ceux de Græbe et Liebermann, mais isomères.

L'auteur a enfin obtenu un corps qui doit être de l'octochloranthraquinone, en distillant le tétrachlorphtalate de chaux.

C. Græbe et Ad. Drews. Dinitro β naphtol. (*Berichte*, XVII, p. 1770. Genève.)

En traitant le sulfate de naphtylamine par le nitrite de sodium et ensuite par l'acide nitrique, on obtient du dinitro β naphthol $C_{10}H_5(NO_2)_2OH$ fusible à 194° qui oxydé donne l'acide β nitrophthalique (1.2.4) fusible à 160°. L'éther éthylique du dinitronapthol obtenu par l'action du iodure d'éthyl sur le sel d'argent, fond à 138° et cristallise en aiguilles, celui-ci chauffé à 140° avec de l'ammoniaque donne une dinitro β naphtylamine fusible à 238°, dont le sulfate traité par le nitrite de sodium donne une naphtaline binitrée nouvelle cristallisant d'alcool en aiguilles fusibles à 161°,5.

C. Græbe et A. Pictet. Méthylphtalimide. (*Berichte*, XVII, p. 1173. Genève.)

La combinaison de la phtalimide avec le potassium

$$C_6H_4 \begin{matrix} \diagup C{=}NK \diagdown \\ \diagdown CO \diagup \end{matrix} O$$

traitée à 150° par l'iodure de méthyl, donne la méthylphtalimide fusible à 132° et cristallisant de l'eau ou de l'alcool

sous forme d'aiguilles soyeuses, sublimant sous forme de feuilles; ce dérivé méthylé chauffé avec de l'étain et de l'acide chlorhydrique, donne une base formant avec le chlorure d'or un sel fusible vers 195°-196° à l'état sec, mais fusible déjà dans l'eau bouillante où il se dissout assez bien ; ce sel correspond à la formule $(C_9H_9ON)_2HCl+AuCl_3$, la base elle-même fond vers 120° et cristallise de sa solution dans l'éther sous forme de grosses tablettes ; elle bout vers 300° ; elle a probablement pour constitution

$$C_6H_4 \begin{array}{l} \diagup CH_2-NH \\ \qquad\qquad\quad | \\ \diagdown CO-CH_2 \end{array}$$

Les auteurs chercheront à enlever deux molécules d'eau à cette base, de façon à obtenir une substance analogue à la chinoline.

C. Græbe et B. Zschokke. Anhydride de l'acide thiophtalique. (*Berichte*, XVII, p. 1175. Genève.)

En ajoutant peu à peu du chlorure phtalique à une dissolution refroidie de sulfhydrate de soude on obtient l'anhydride de l'acide thiophtalique, il fond à 114° et bout vers 284° ; il est volatil avec la vapeur d'eau. On n'a pu obtenir ni sels ni éthers de ce corps ; par l'action d'un alcali à chaud, l'acide phtalique est régénéré; avec l'ammoniaque gazeux on obtient de la phtalimide

$$C_6H_4 < \begin{array}{c} CS \\ \\ CO \end{array} > O + NH_3 = C_6H_4 < \begin{array}{c} CNH \\ \\ CO \end{array} > O$$

chauffé avec de la résorcine vers 200°, il se dégage de l'hydrogène sulfuré et on obtient de la fluorescéine, mais en traitant le mélange par l'acide sulfurique au bain-marie, on obtient une thiofluorescéine soluble dans l'alcool et dans les

alcalis avec une couleur rouge et une fluorescence verte intense. Cette thiofluorescéine traitée par le brome donne une éosine sulfurée.

BOTANIQUE

J. Brun. Végétations pélagiques et microscopiques du lac de Genève au printemps de 1884. (*Bull. soc. bot. de Genève*, III.)

M. Brun a profité des circonstances climatériques particulièrement favorables de l'hiver 1883-1884, pour faire sur la végétation pélagique de la région inférieure du lac de Genève des études dont les résultats sont fort intéressants. Au moyen d'un voile de soie traîné à la surface de l'eau, l'auteur a recueilli de nombreuses espèces d'algues inférieures, des Desmidiées, des Bactéries, des Schizomycètes, etc. Il a observé surtout une Oscillaire (*Oscillatoria fusca*) vivant en îlots d'un diamètre atteignant souvent 4 centim. à la surface de l'eau. Ces ilôts dégagent une odeur nauséabonde et disparaissent dès que l'eau est agitée. Le filtre de soie a ramené aussi un assez grand nombre de Diatomées animées en général de mouvements caractéristiques.

La conclusion générale de ces observations est que depuis l'établissement des jetées, l'eau du port de Genève a pris peu à peu et chaque année davantage les caractères d'une eau stagnante. Les Diatomées parasites qui caractérisent l'eau des marais y abondent actuellement. En remuant la vase du fond on dégage des bulles de gaz des marais. Cela explique aussi l'apparition de l'*Oscillatoria fusca* qui n'avait jamais été observée auparavant. M. M.

Bulletin des travaux de la Société botanique de Genève pendant les années 1881-1883. III, octobre 1884.

Ce fascicule renferme, outre le travail de M. le prof. Brun sur les végétations pelagiques du lac de Genève, mentionné

plus haut, une série de communications faites à la Société par MM. Silvio Calloni et Aug. Schmidely. Ne pouvant entrer dans le détail de l'analyse de ces petits travaux dont quelques-uns sont intéressants, nous nous bornerons à en donner les titres :

Silvio Calloni : Phyllodie de la fleur dans l'*Anemone coronaria* L. — Caractères distinctifs nouveaux entre *Gentiana verna* L. et G. *utriculosa* L. — Formes hybrides entre *Orchis odoratissima* L. et *Nigritella angustifolia* Rich. — Développement des glandes sur la face supérieure des feuilles de *Pinguicula vulgaris* L. — Germination des *Daphne Mezereum* L. et *Laureola* L.

Aug. Schmidely : Note sur le *Salix Rapini* Ayasse. — Note sur deux formes hybrides du *Verbascum Lychnitis* et *nigrum*. — A propos de quelques plantes d'origine étrangère, signalées par MM. Vetter et Barbey, dans le canton de Vaud. — Note sur le *Rubus rigidus*. — Annotations au catalogue des plantes vasculaires des environs de Genève, de G. F. Reuter. M. M.

J. JÆGGI. EGLISAU IN BOTANISCHER BEZIEHUNG. LA FLORE DES ENVIRONS D'EGLISAU. (Zurich, 1882, 50 p.)

Nous avons ici une petite monographie botanique de la région du canton de Zurich, voisine du Rhin, qui entoure la ville d'Eglisau. Ainsi que l'a indiqué le Dr Christ dans *Pflanzenleben der Schweiz*, cette partie de la vallée du Rhin, comme aussi le canton de Schaffhouse, offre dans la flore certaines immigrations intéressantes d'espèces originaires de la vallée du Danube, par exemple, *Cytisus nigricans* L., *Rhamnus saxatilis* L. M. M.

J. JÆGGI. ZURICH UND UMGEBUNG, etc. HISTOIRE NATURELLE DES ENVIRONS DE ZURICH, PARTIE BOTANIQUE. (Zurich, 1883.) [1]

L'auteur passe en revue et décrit soigneusement les carac-

[1] *Zurich und Umgebung*; Heimathskunde, herausgegeben vom

tères généraux de la flore des diverses régions des environs de Zurich, région montagneuse (Utliberg, Zurichberg), région des lacs et marais (lac de Zurich, Katzensee, etc.), région cultivée, plantes adventives, etc. M. M.

O. HEER. UEBER DIE NIVALE FLORA DER SCHWEIZ. FLORE NIVALE DE LA SUISSE. (*Denkschrift der schweizer. Gesellsch. für Naturw.* XXIX.)

Dans les comptes rendus de la 66me session de la Société helvétique des sciences naturelles à Zurich, en 1883, les *Archives* ont donné une analyse succincte de ce mémoire du regretté prof. O. Heer. Ce travail, le dernier qui soit dû à la plume de cet observateur éminent et consciencieux, n'était pas terminé ; il y manquait encore certains chapitres relatifs à la comparaison des flores nivales des différents pays; en outre l'auteur comptait soumettre tout son travail et en particulier les tableaux qui en font une des parties principales à une revision générale. Malgré cela, la Commission des « Denkschriften, » à laquelle le manuscrit a été remis, a cru bien faire de le publier tel qu'il était. Ce sentiment sera, nous n'en doutons pas, partagé par tous ceux qui s'intéressent à ces questions. Dans cette publication, la Commission poursuivait un double but : rendre hommage à la mémoire d'un savant éminent; mettre entre les mains des hommes compétents, une foule de faits, de documents, de matériaux impossibles à retrouver ailleurs.

Dans le numéro d'octobre 1883 des *Archives*, on trouvera les conclusions de ce travail; nous ne les reproduirons donc pas ici. Rappelons seulement que par *Flore nivale*, le prof. Heer entend la végétation des montagnes au-dessus de 8000 pieds de hauteur. Dans son mémoire il étudie successivement la flore nivale des Alpes rhétiennes, celle des Alpes valaisannes, bernoises, glaronnaises. Après avoir comparé

Lehrer-Verein Zurich, unter Mitwirkung von mehreren Gelehrten. Zurich, 1883.

entre eux ces divers rameaux de la flore nivale suisse, il la rapproche de la flore arctique, et dans un chapitre d'un haut intérêt, il énumère les motifs qui militent en faveur de l'origine arctique d'une grande partie (plus de la moitié) des espèces nivales. Il étudie ensuite les espèces endémiques qui ne se retrouvent pas ailleurs que dans les Alpes et dont l'origine est nécessairement beaucoup plus obscure. Elles se rattachent probablement plus ou moins directement à la flore tertiaire miocène; mais pour le moment nous ne connaissons rien des chaînons intermédiaires entre la flore tertiaire et celle des Alpes. C'est dans le massif du mont Rose que le plus grand nombre de nos espèces endémiques parait avoir pris naissance. Ces différents chapitres sont complétés par une série de tableaux indiquant l'aire de distribution ainsi que l'altitude des différentes espèces *nivales*, résumant la comparaison des différents groupes de la flore nivale suisse entre eux, ainsi que de celle-ci avec la flore arctique.

M. M.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE GENÈVE

Séance du 4 septembre 1884.

Alph. Favre. Carte des anciens glaciers du revers nord des Alpes suisses.

M. le prof. A. Favre présente à la Société un exemplaire de sa *carte des anciens glaciers du revers nord des Alpes suisses.* Il insiste surtout sur l'extension qu'avait prise le glacier du Rhône. Ce glacier venait se butter contre le Jura, au Chasseron, où il atteignait une hauteur de 1350^{m}, et où il a fait une grande accumulation de blocs erratiques. Arrêté sur ce point dans sa marche en avant, il se divisait en deux branches s'étendant, l'une vers le nord-est jusqu'au Frickthal, dans le canton d'Argovie, l'autre au sud-ouest jusqu'à Lyon. Sur toute la portion ainsi recouverte de la plaine suisse, il formait une vaste étendue de glace presque plane. Il franchissait le Jura sur plusieurs points, par la trouée de Vallorbes et par d'autres cols ou vallées plus au nord. La limite de son extension sur le revers nord-ouest du Jura est difficile à déterminer parce que les blocs erratiques de cette région ont été dès longtemps exploités. On peut néanmoins considérer Ornans et plus à l'est le Dessoubre comme deux points extrêmes de cette limite.

M. Favre décrit également l'ancien glacier de l'Aar, qui a franchi le Brunig et s'est étendu jusqu'au bord du lac des Quatre-Cantons. Il dit quelques mots du glacier de la Limmat et du glacier du Rhin qui s'étendait jusqu'à Sigmaringen sur la rive gauche du Danube.

On voit aussi sur sa carte le glacier de l'Arve et une partie de celui de l'Isère[1].

Séance du 2 octobre.

Charles Dufour. Lueurs crépusculaires qui ont suivi l'éruption de Krakatoa. — H. Fol. Pénétration de la lumière du jour dans les eaux du lac de Genève. — Dan. Colladon. Effets de la foudre. — D. Colladon. Photographie d'éclairs; éclairs multiples. — D'Espine. Accumulation dés sels de potasse dans le sérum pendant l'attaque d'éclampsie. — H. Fol. Recueil géologique suisse. — H. Fol. Lettre de M. de Freudenreid.

M. le prof. Charles DUFOUR, de Morges, expose à la Société l'étude approfondie à laquelle il s'est livré sur *la cause des belles lueurs crépusculaires de l'hiver 1883—84*, qui du reste se sont reproduites à plusieurs reprises depuis lors, quoiqu'à un beaucoup moindre degré, et même encore en dernier lieu. M. Dufour s'est préoccupé avant tout de déterminer à quelle hauteur se produit le phénomène. Il la déduit par un calcul très simple de l'observation de l'heure où ces lueurs disparaissent à l'horizon. Une observation faite le 10 janvier lui a donné 70 kilomètres pour la hauteur de la couche des poussières volcaniques provenant de Krakatoa, et qui sont généralement considérées maintenant comme produisant le phénomène par la réflexion des rayons du soleil longtemps après son coucher. Une autre observation faite le 27 septembre, n'a plus donné que 65 kilomètres. La couche de poussière se serait donc abaissée de 5 kilomètres depuis le mois de janvier dernier. M. Dufour ajoute des détails fort intéressants sur l'éruption de Krakatoa et ses effets, qui ont été ressentis dans le monde entier[2].

[1] Voir sur ce sujet le mémoire de M. Favre, *Archives*, 1884, tome XII, p. 395.

[2] Le travail de M. Dufour sera publié in extenso dans un des prochains numéros des *Archives*. Pour plus de détails sur ce sujet, voir ci-dessus, p. 470.

Commission pour l'étude de la transparence du lac[1]. — M. H. Fol fait un rapport sur les expériences entreprises par la Commission pour déterminer *la limite extrême qu'atteint la lumière du jour dans la profondeur du lac.* MM. H. Fol et E. Sarasin avaient été plus particulièrement chargés de cette partie du travail. Leurs expériences ont consisté à exposer une plaque photographique à des profondeurs diverses, dans la région du lac où la couche d'eau atteint son maximum.

Ils ont employé des plaques au gélatinobromure rapide de Monckhoven. Celles-ci étaient renfermées dans un appareil spécial, imaginé par M. Fol en vue de ces expériences. Il consiste en un châssis photographique en laiton, dont les deux plaques de recouvrement se ferment sous l'action d'une paire de leviers, accouplés en forme de ciseaux, tirés par un poids; elles s'écartent, au contraire, par l'effet d'un ressort antagoniste, dès que le poids de sonde, en touchant le fond, cesse d'agir sur les leviers. Connaissant la profondeur, on règle la longueur de la corde par laquelle le poids est suspendu à l'appareil, de manière à avoir la plaque photographique à découvert, dans une position horizontale, à la distance voulue de la surface de l'eau. Après une durée d'exposition déterminée, on retire l'appareil, qui se referme aussitôt par la traction du poids. La durée de l'exposition a été de dix minutes dans toutes les expériences. Le développement a été effectué avec le révélateur normal à l'oxalate de fer, que l'on a fait agir uniformément pendant dix minutes sur chaque plaque. Celles-ci étaient toutes d'un même lot et recouvertes par conséquent de la même émulsion.

Les expériences ont été faites en avant d'Évian, où le lac présente une plaine assez étendue à 315^{m} de profondeur. M. le Dr Marcet a eu l'extrême obligeance de mettre, à deux reprises, à la disposition de la Commission son yacht à vapeur le *Héron*; M. le prof. Forel, de Morges, a bien voulu non seulement prêter sa ligne de sonde, mais se joindre lui-

[1] Voir pour la composition et les travaux de cette Commission, *Archives*, 1884, t. XI, p. 327; t. XII, p. 158.

même à la Commission et l'aider de ses conseils et de son expérience.

Le 16 août 1884, par un temps calme et un soleil brillant on exposa :

1. A 237^m de profondeur, deux plaques, l'une à midi et demie, l'autre à 1 h. 7 m.;

2. A 113^m de profondeur, une plaque à 2 h. 20 m.;

3. A 300^m de profondeur (15^m du fond), une plaque à 2 h. 44 m.

Le 23 septembre 1884, par un temps couvert mais clair, nuages minces et assez lumineux, vent léger variant de l'est au nord, on exposa :

4. A 147^m, une plaque à 1 h. de l'après-midi;

5. A 170^m, une plaque à 2 h. 26 m.;

6. A 113^m, une plaque à 3 h. 3 m.;

7. A 90^m,50, une plaque à 3 h. 34 m.

Comme point de comparaison, M. Fol avait, le 15 août, à 10 h. du soir, exposé par une nuit claire, mais sans lune :

8. Une plaque à l'air libre pendant dix minutes;

9. Une plaque à l'air libre pendant cinq minutes.

Au développement, il se trouva que la plaque 3 (300^m de profondeur) n'avait reçu aucune impression lumineuse quelconque. Il en fut de même de la plaque 1 (237^m). La plaque 5, à 170^m, était légèrement voilée, à peu près comme la plaque 9, exposée de nuit pendant cinq minutes. La plaque 4, à 147^m, avait été fortement impressionnée, plus que la plaque 8 exposée la nuit pendant dix minutes. Des deux plaques à 113^m, la plaque 6 du second jour est très noircie, tandis que la plaque 2 du premier jour n'est pas plus impressionnée que la plaque 4 du second jour. Enfin la plaque 7, exposée à 90^m, est tellement impressionnée que des caractères qui avaient été tracés au dos ne sont qu'incomplètement réservés sur le fond noir de la couche développée.

En comparant les résultats obtenus dans les deux journées d'expériences, on est frappé de ce fait, que l'effet photographique a été beaucoup plus fort le 23 septembre que le 16 août.

On est donc amené à conclure de ces premiers essais :

1° Que la lumière du jour pénètre dans les eaux du lac de Genève à 170^{m} de profondeur et probablement un peu au delà, qu'à cette profondeur, la force d'éclairage en plein jour est à peu près comparable à celle que l'on perçoit par une nuit claire sans lune;

2° Qu'à 120^{m} la lumière est encore très forte;

3° Qu'en septembre, par un temps couvert, la lumière pénètre en plus grande abondance et plus profondément dans l'eau qu'en août, par un temps absolument beau. Des expériences ultérieures auront à nous apprendre si cette différence est attribuable à la plus grande transparence de l'eau en automne et en hiver, que les expériences de M. Forel [1] ont mis hors de doute, ou bien si la lumière diffusée par les nuages pénètre mieux que les rayons plus ou moins obliques du soleil.

Antérieurement à ces expériences M. Asper [2] avait exposé des plaques au gélatinobromure dans le lac de Zurich, à des profondeurs comprises entre 40^{m} et 90^{m}, dans le lac de Wallenstadt de 90^{m} à 140^{m}, et il a obtenu un effet sur toutes. Il les descendait la nuit, les laissait exposées une journée entière et les retirait la nuit suivante. Mais la nuit la plus sombre est encore claire pour une plaque au gélatinobromure rapide. Les expériences rapportées ici sont faites dans des conditions plus probantes. Elles seront poursuivies dans l'été de 1885.

Il y aura lieu aussi, d'exécuter des expériences analogues dans la mer, où la plus grande transparence de l'eau peut faire supposer que la limite extrême des rayons lumineux se trouvera à un niveau encore plus bas.

A cet égard, l'on ne possède encore aucune donnée satisfaisante, car les expériences de la croisière du *Porcupine* sont restées à l'état de projet, l'appareil imaginé par M. Siemens s'étant refusé à fonctionner. La limite de pénétration de la lumière du jour dans la mer est donc encore à trouver.

[1] *Archives*, 1877, t. LIX, p. 137.

[2] *Archives*, 1881, t. VI, p. 318 et *Vierteljahrschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zurich*, 26me année, p. 382.

M. D. Colladon communique des observations faites à la suite de nombreux coups de foudre qui ont frappé des maisons, des arbres et des poteaux télégraphiques pendant le mois d'août 1884.

Sur le chemin de Vandœuvres, entre Frontenex et Cologny, la foudre a sillonné du haut en bas quatre poteaux télégraphiques; elle a fondu, près de ces poteaux, les fils télégraphiques et au même instant traversé le parafoudre de la station du télégraphe de Cologny, distante de 800 mètres des poteaux foudroyés.

M. Colladon a visité une maison foudroyée et incendiée à Annemasse, dans le but d'étudier les causes probables qui ont attiré la foudre sur ce bâtiment très peu élevé et qui était voisin d'un sapin d'une élévation double, et du haut clocher de l'église d'Annemasse. La cause déterminante probable doit être l'humidité du sous-sol et le voisinage d'un puits distant de quatre mètres de la maison incendiée, tandis que le sapin distant de 20 mètres du bâtiment, et l'église, placée à une distance presque triple, sont sur un sol plus élevé de quelques mètres et beaucoup plus sec. Dans son mémoire de 1872[1], M. Colladon a cité trois faits d'arbres relativement peu élevés (deux poiriers et un chêne), qui, se trouvant dans la partie inférieure d'un terrain en forme de cuvette, et, par conséquent, sur un sol humide servant à écouler l'eau des terrains supérieurs, ont été frappés de violents coups de foudre.

M. Colladon montre l'image, photographiée par M. le prof. D. Monnier, de trois éclairs qui ont foudroyé le sol au sud-est du Petit Salève, dans la nuit du 12 août 1884.

Les traces lumineuses de ces trois éclairs foudroyants successifs présentent entre elles une grande analogie de forme, mais une grande différence d'intensité. Toutes trois ont une légère convexité du côté nord-est, on voit distinctement que l'orage cheminait derrière le Petit Salève, dont cette photo-

[1] *Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève*, t. XXI, 2me partie.

graphie montre la silhouette. La distance depuis Bourdigny, où se trouvait M. Monnier, jusqu'aux éclairs ci-dessus était d'environ vingt kilomètres.

Les photographies d'éclairs ont un très grand intérêt et mettent en évidence des faits que la vue seule ne pourrait distinguer. Ainsi elles montrent des ramifications électriques divergentes qui partent du trait principal et s'en éloignent en descendant. Ces ramifications descendantes étaient très visibles dans les photographies d'éclairs que M. Colladon a reçues en 1883 de M. Haensel, photographe à Reichenberg, Bohême. On en voit aussi un exemple dans la reproduction de l'éclair le plus intense de la planche photographiée par M. Monnier. Elles serviront peut-être de caractère décisif pour distinguer les cas de foudres descendantes de ceux très controversés des foudres ascendantes, qui ont été quelques fois signalées comme offrant des branches latérales divergentes s'élevant comme les rameaux d'un arbre, et désignées sous le nom de *foudres arborescentes*.

Il faut espérer que les photographies de coups de foudre se multiplieront. L'image d'un éclair en boule aurait un grand intérêt scientifique, ainsi que celle des éclairs multiples [1].

M. le prof. A. D'ESPINE communique le résultat des recherches qu'il avait entreprises avec la collaboration de MM. Frütiger et Jaccard, *sur l'accumulation des sels de potasse dans le sérum pendant l'attaque d'éclampsie* [2].

La cause réelle des attaques d'éclampsie dans l'insuffisance rénale est encore obscure. Aucune des théories mises en avant jusqu'à présent n'est admise sans conteste; plusieurs d'entre elles ont été définitivement abandonnées, soit parce qu'elles sont en contradiction avec les faits expérimentaux, comme celle de l'ammoniémie de Frerichs ou de l'uricémie (empoisonnement par les extractifs) de Schottin, soit parce

[1] M. Colladon a été témoin à Gênes et à Avignon, d'éclairs se ramifiant en dix ou douze branches très intenses, qui, toutes, ont atteint la mer ou le sol.

[2] *Revue de médecine*, septembre 1884, t. IV, p. 689.

qu'elles n'expliquent qu'une partie des phénomènes ou des cas cliniques, comme la théorie mécanique de Traube, (œdème cérébral par hydrémie et augmentation de la tension artérielle). Une seule, l'ancienne théorie de l'urémie de Wilson, a joui pendant longtemps d'une grande faveur, parce qu'elle s'appuie sur un fait absolument certain, c'est l'accumulation de l'urée dans le sang; aussi le terme d'urémie [1] est-il adopté aujourd'hui en pathologie pour désigner l'ensemble des accidents produits par l'insuffisance du filtre urinaire. Le travail de Feltz et Ritter [2] sur l'urémie expérimentale a démontré que la rétention de l'urée dans le sang ne donne lieu à aucun des accidents dits urémiques; après avoir exonéré de même les autres produits incriminés, tels que le carbonate d'ammoniaque, les matières extractives, ils établissent que parmi les parties constituantes de l'urine retenue dans le sang, les seules qui produisent l'intoxication classique, sont les combinaisons du potassium.

La forme clinique chez l'homme qui a paru à M. D'Espine [3] être plus particulièrement indiquée pour contrôler cette opinion, parce qu'elle équivaut à une expérience, c'est l'urémie aiguë qui survient brusquement, dans le cours d'une santé relativement bonne, par l'arrêt de l'excrétion urinaire. Il a choisi dans ce but un cas d'éclampsie scarlatineuse et un cas d'éclampsie puerpérale, qui ont eu pour caractères communs d'être brusques, très graves, et d'avoir cédé en peu de temps à une large émission sanguine; dans les deux cas, l'analyse du sang et de l'urine, faite par MM. Frütiger et Jaccard, chimistes à l'Université de Genève, signale une accumulation de la potasse dans le sérum, et, dans un cas, la disparition presque complète de la potasse de l'urine pendant l'attaque.

La concordance des résultats de l'analyse dans les deux observations est remarquable : dans la première, augmentation considérable du chiffre de l'urée et de la potasse dans le

[1] Nous l'employons ici dans son sens clinique.

[2] *De l'urémie expérimentale*, Paris, 1881.

[3] *Revue méd. de la Suisse romande*, 15 avril 1882, et *Revue mens. de Médecine*, Paris, septembre 1884, p. 689.

sang; dans la seconde, augmentation un peu moins forte, mais à peu près semblable, pour ces deux substances; en même temps, du côté de l'urine, disparition de l'urée et de la potasse pendant l'attaque d'urémie et réapparition après la fin de l'attaque. Dans les deux cas, la première urine émise après la saignée est encore très fortement albumineuse, c'est ce que l'on observe toujours dans les premiers moments de la désobstruction rénale.

M. D'Espine conclut que le fait expérimental indiqué par Feltz et Ritter trouve un certain appui dans la *potassiémie* constatée chez l'homme dans deux cas pendant l'attaque urémique. On sait que le passage des sels de potasse avec le sang dans le cœur augmente d'une façon considérable la tension artérielle; il paraît démontré que cette action s'exerce directement par les sels dissous sur l'endocarde et par son intermédiaire sur les nerfs du cœur.

La saignée agit probablement d'une façon complexe, en diminuant le surplus de l'agent toxique dont l'accumulation lente est nécessaire pour déterminer les convulsions et, d'autre part, en diminuant brusquement la tension artérielle.

M. Hermann Fol présente à la Société les deux derniers fascicules du tome 1er du *Recueil zoologique suisse*. Le numéro 3 qui a paru le 17 juin de cette année contient les articles suivants :

Maurice Schiff. Innervation des cœurs lymphatiques des batraciens. — Hermann Fol. Embryon humain de $5^{mm},6$. — Conrad Keller. Medusen. — Armand Sabatier. Cellules du follicule. — Max Flesch. Parasite du cheval. — Maurice Bedot. Vélelles.

Le numéro 4 est sorti de presse le 20 septembre 1884 et renferme :

E. Béraneck. Développement des nerfs crâniens des lézards. — P. de Loriol. Échinodermes. — Arthur Bolles Lee. Ovogénèse et spermatogénèse des Appendiculaires. — P. Grützner. Quergestreifte Muskeln. — A. Bolles Lee. Les organes chordotonaux et la méthode du chlorure d'or.

Le tome 1er du Recueil se trouve ainsi complété et com-

prend 700 pages de texte et 37 planches, dont une partie coloriée.

M. le prof. FOL communique enfin, d'après une lettre reçue le jour même, les derniers résultats obtenus par M. Freudenreich sur la distribution des germes dans l'air des montagnes. Au col du Théodule, il s'est trouvé sur 3000 litres d'air, non pas un germe, comme on l'a dit et imprimé, mais deux germes, soit un pour un mètre cube et demi d'air. Sur une montagne qui domine Berne de 300 mètres seulement, le Gurten, M. de Freudenreich ne trouve qu'un germe sur 30 litres d'air. Nous voici bien loin de la quantité énorme de germes que l'on a cru trouver dans l'air du Montanvert. Il n'est pas besoin d'aller bien loin ni bien haut pour trouver un air pur.

Séance du 6 novembre.

Alph. de Candolle. Rapport sur le prix de Candolle. — D. Colladon. Lettre de M. Blavier sur les courants magnétiques terrestres. — C. Soret. Indices de réfraction des aluns cristallisés. — Phil. Plantamour. Mouvements périodiques du sol. — M. Thury, H. Fol. Filtrage de l'eau. — E. Gautier. Éclipse de lune du 4 octobre 1884. — E. Wartmann. Expériences de MM. Gaulard et Gibbs.

M. le prof. DE CANDOLLE rapporte au nom du jury nommé pour le concours quinquennal de botanique, fondé par Augustin-Pyramus de Candolle. Trois mémoires on été envoyés dans le délai fixé par le programme. Le jury a adjugé le prix de 500 fr. à M. *J.-E. Planchon*, professeur de botanique a Montpellier, pour une monographie de la famille des Ampélidées.

M. D. COLLADON, empêché d'assister à la séance, transmet une lettre qu'il a reçue, datée de Paris le 13 octobre 1884, de M. E.-E. BLAVIER, directeur de l'École supérieure de télégraphie, à Paris, *sur les courants magnétiques terrestres*[1].

« Dans le mémoire de M. Louis Dufour, que vous m'avez

[1] Voir ci-dessus, page 285.

envoyé et que je ne connaissais pas, » dit M. Blavier, « j'ai vu avec plaisir qu'il a été conduit aux mêmes conclusions que moi, à savoir que les courants terrestres sont dus aux variations du magnétisme de notre globe, aussi bien dans le cas des faibles courants journaliers que dans celui des courants énergiques qui accompagnent les perturbations magnétiques. Mais la comparaison de mes courbes, avec celles qui sont obtenues dans les observations magnétiques m'a conduit, ainsi que vous l'avez vu, à une conséquence importante sur la position des courants qui produisent les perturbations. Les courants circulent *dans les régions supérieures de l'atmosphère et non à l'intérieur de la terre.* A la réunion de la dernière conférence internationale pour la fixation des unités électriques (mai 1884), M. William Thomson a donné son approbation complète à mes conclusions..... »

« Je vous dirai cependant que j'ai vu, précisément hier, un professeur de l'école des torpilles de Boyardville, M. Libloud, qui fait depuis un certain temps des expériences avec un appareil enregistreur semblable à celui dont je me suis servi, mais sur des lignes très courtes, de 7 à 800 mètres, dont les extrémités plongent dans la mer. *Il a trouvé des variations périodiques d'intensité qui sont en relation directe avec le mouvement de la lune ou des marées*, dont je n'avais pas vu la trace sur mes courbes. Dès que j'aurai mis mes affaires au courant, je consulterai le numéro de mars 1857, de la *Bibliothèque universelle* de Genève, dont vous me parlez, pour voir si vous avez constaté quelques faits analogues au bord de la mer. »

« Notre administration des postes et télégraphes a publié dans les comptes rendus de l'Académie des sciences, en avril je crois, une statistique des coups de foudre en 1883, mais aucune autre publication n'a été faite depuis; à la dernière conférence internationale pour la détermination de l'ohm, on a émis le vœu que les observations recueillies par les diverses administrations fussent envoyées chaque année au bureau télégraphique international de Berne, qui en ferait le relevé et le publierait. En France on n'a encore rien transmis, on attend la fin de l'année. Vous pourriez demander à M. Curchod, directeur du dit bureau international, s'il s'occupe de ce travail. »

M. le prof. Charles SORET expose un travail *sur les indices de réfraction des aluns cristallisés*, qui est reproduit en entier dans les *Archives*[1].

M. Philippe PLANTAMOUR lit une notice sur la sixième année d'observation des *mouvements périodiques du sol accusés par des niveaux à bulle d'air*[2].

M. le prof. THURY présente à la Société une petite pompe portative sortant des ateliers de la *Société genevoise pour la construction d'instruments de physique*, destinée à comprimer l'eau et à la forcer à passer à travers des filtres Chamberland. Ces filtres sont en porcelaine écrue et les exemplaires que M. Thury montre à la Société sont ceux-là même que M. Fol avait apportés à Genève depuis plusieurs mois, à un moment où personne n'en parlait encore. Quelques coups de piston suffisent à exercer sur l'eau une pression suffisante pour lui faire traverser la porcelaine et l'obtenir ainsi débarrassée de tous les germes vivants, dangereux ou non, qu'elle peut contenir.

A la campagne et dans les endroits où l'on n'a pas à sa disposition de l'eau sous pression, ce petit appareil peut rendre d'excellents services en livrant une eau irréprochable au point de vue de la salubrité.

M. FOL rappelle qu'une société s'est établie dans notre ville pour livrer en bouteilles de l'eau ainsi filtrée. A l'avenir, tout le monde pourra s'accorder le luxe d'une eau absolument *démicrobée.* Il a eu l'occasion d'examiner au microscope le résidu recueilli à la surface d'un filtre qui avait été traversé par 400 litres d'eau de la machine hydraulique de Genève. Ce résidu qui avait atteint 2^{mm} environ d'épaisseur, se composait surtout d'un microbe de couleur rouillée, un microcoque qui ne ressemble en rien aux microbes des maladies infectieuses de l'homme. Les seules formes suspectes que contenait ce

[1] Voir ci-dessus, p. 553.
[2] Voir ci-dessus, p. 388.

dépôt étaient quelques bacilles et bactéries fort clairsemées. A ce propos, du reste, M. le prof. Fol fait observer que c'est depuis le 1er septembre seulement que les machines de la ville ont commencé à pomper l'eau du lac à travers la conduite provisoire qui longe le quai des Pâquis. Or, depuis le milieu du même mois de septembre, l'épidémie de fièvre typhoïde a complètement cessé. La coïncidence est remarquable et mérite d'être signalée. On sait en effet que le travail fait par MM. Fol et Dunant, avait démontré la bonne qualité des eaux prises directement dans le lac.

M. le prof. Brun dit que la coloration du dépôt étudié par M. Fol devait provenir du *Microcistis Nolti*, qui rougit les mares.

M. le colonel Gautier donne quelques détails sur la dernière éclipse de lune qui a eu lieu le 4 octobre dernier. Un ensemble d'observations devaient être exécutées sur l'initiative de M. O. Struve, directeur de l'observatoire de Poulkowa, selon des calculs préparés pour tous les observatoires en position de voir le phénomène. Il s'agissait de noter les instants d'immersion et d'émersion d'étoiles de 8me à 10me grandeur, pendant la phase de totalité, pour en déduire les dimensions du diamètre lunaire. Pour Genève 15 étoiles devaient être observées; mais les nuages ont beaucoup nui aux observations. Il n'a pu être noté que cinq immersions et l'émersion d'une étoile dont l'entrée n'avait pu être vue. A Paris et à Greenwich les résultats ont été aussi incomplets. M. Gautier remarque que la lune, pendant l'éclipse présentait une teinte verdâtre au lieu de la teinte rougeâtre habituelle. Il se demande si c'est encore là un effet des poussières de Krakatoa.

M. le prof. Wartmann résume les expériences qui ont eu lieu récemment à Turin et à Lanzo, devant le jury international d'électricité dont il faisait partie. Il s'agissait de prouver qu'à l'aide des courants alternatifs d'une dynamo Siemens, du type de 30 chevaux, on peut entretenir à de grandes distances des lampes électriques de divers systèmes, avec un rendement très élevé.

L'appareil de MM. Gaulard et Gibbs est essentiellement formé d'une série de couples superposés comme dans la pile à colonne de Volta. Chaque couple présente une rondelle de cuivre qui livre passage au courant de l'appareil producteur, lequel induit un courant inverse chez la rondelle voisine, isolée par un disque de carton. Les rondelles inductrices sont reliées entre elles, ainsi que les induites. Toutes sont de même dimension et percées centralement d'un orifice pour recevoir un faisceau cylindrique de fils de fer.

Au moyen de ces *générateurs secondaires*, M. Gaulard a maintenu simultanément en activité dans le local de l'Exposition, 9 lampes Bernstein, une lampe Soleil, une lampe Siemens et 9 lampes Swan, alimentées à des potentiels qui diffèrent considérablement; dans le parc voisin, 5 autres lampes Bernstein; enfin, à la station Turin-Lanzo distante de 10 kilomètres, 34 lampes Édison de 16 bougies, 48 de 8 bougies, plus une lampe à arc de Siemens.

Le 29 septembre dernier, la transmission électrique, à travers un fil de cuivre chromé de $3^{mm},7$ non couvert, a été étendue à 40 kilomètres. Grâce à ce conducteur long de 80 kilomètres et suspendu aux poteaux télégraphiques, 24 lampes Swan de 100 volts ont répandu pendant plus de deux heures une lumière parfaitement constante dans la station de Lanzo.

Le jury a décerné, à titre d'encouragement, à la Société Gaulard et Gibbs, le prix de 10,000 francs, que le gouvernement italien avait mis à sa disposition pour récompenser le progrès le plus important réalisé dans les applications de l'électricité.

Séance du 20 novembre.

Alb. Brun. Fulgurites. — C. Soret. Concentration de deux parties d'une même dissolution soumises à des températures différentes. — P. de Loriol. Échinodermes de l'Ile Maurice. — H. Fol. Traité d'anatomie, — Schiff. Production de sucre au contact de la salive.

M. Albert Brun lit une *Note sur quelques fulgurites observées dans les hautes Alpes.*

L'examen des effets de la foudre a toujours présenté de l'intérêt, et l'on s'en est occupé déjà à divers points de vue.

Ayant eu, dans différentes hautes ascensions dans les Alpes, l'occasion d'observer des portions de roches vitrifiées, dont la fusion ne pouvait vraisemblablement être attribuée qu'à l'action de l'éclair, M. Brun en fit une étude attentive, et voici les résultats de ce travail :

Comme matériaux il a eu à sa disposition les fulgurites trouvées par MM. Thury et Wanner (de Genève), sur les sommets suivants : La Ruinette (3879^m), le Mont-Blanc de Seillon (3871^m), La Pointe L'Évêque (3738^m): tous trois situés dans le massif de l'Otemma, en Valais.

Puis celles qu'il avait récoltées lui-même au Weissmis (4031^m), au Rympfischhorn (4203^m) et à la Pointe de Rosa Blanche (3348^m).

M. le prof. Favre possède un fort bel échantillon trouvé au Mont-Blanc, sur l'arête des Bosses. M. W. Maunoir en a rapporté un du sommet du Cervin (4484^m).

M. Charlet-Straton, de Chamounix, a aussi observé des globules vitrifiés de grandes dimensions, provenant de l'arête des Courtes, près de l'Aiguille Verte (chaîne du Mont-Blanc).

Toutes ces fulgurites se sont trouvées sur les rochers du sommet même de la montagne ou quelquefois, comme au Mont-Blanc de Seillon, sur l'arête, à quelques mètres au-dessous.

C'est tantôt une roche déjà brisée et fendue qui a été vitrifiée, tantôt une petite région d'un bloc énorme sans fissures.

Souvent on remarque une surface fondue dans une dépression du rocher, alors que des pointes aiguës, voisines de 2-3 mètres ont été épargnées.

Ce n'est pas toujours sur les arêtes vives de la roche qu'a lieu sa fusion par le coup de foudre, mais quelquefois sur le milieu de larges surfaces planes, comme on le voit au Rympfischhorn et au Mont-Blanc de Seillon.

L'apparence qu'offre la région fondue est assez variable. Tantôt ce sont de simples perles de $^1/_5$ de millimètre de diamètre environ, accolées et couvrant quelques centimètres car-

rés de la roche; tantôt des demi-sphères de plusieurs millim. de diamètre, vides à l'intérieur. Quelquefois on voit des traînées vitrifiées, sinueuses, longues de 10 à 12 centim., large de 1 à 1 $^1/_2$ et se réunissant en un centre commun, comme cela a été observé au Mont-Blanc de Seillon.

Sur l'arête de la même montagne, il se trouvait, au milieu d'une surface plane d'un bloc de gneiss, une dépression circulaire de 8^{mm} de diamètre, profonde de 1 centim., et à parois complètement vitrifiées.

A la Ruinette, un galet qui faisait saillie en dehors du *steinmann* [1] a été troué comme par un projectile de fusil, et les parois du trou ont été parfaitement fondues; cette forme de fulgurite aurait de l'analogie avec les tubes vitrifiés trouvés par M. le prof. Chaix dans les plaines du Hanovre.

Dans tous les cas l'épaisseur du verre n'est jamais bien grande $^1/_4$-1 millim. au plus, et la surface fondue atteint rarement de grandes dimensions. L'une des plus grandes observées se trouvait sur une pierre de la grosseur du poing, dont toutes les petites saillies de la surface avaient été vitrifiées, les portions en dépression ayant été épargnées.

Il s'en suit que le poids de la matière fondue n'excède guère gramme 0,1 à 0,5. Une fulgurite très belle de la Ruinette ne pesait que gramme 0,122.

Il ne semble pas que dans les cas observés la foudre ait brisé la roche, car dans tous les échantillons examinés sur place, les cassures de la pierre n'étaient que des fissures d'érosion, du reste MM. Thury et Wanner ont observé que certaines pierres des steinmann de la Ruinette et de la Pointe de l'Évêque avaient été fondues, mais non déplacées.

La masse vitrifiée a tous les caractères du verre résultant de la fusion du minéral sous-jacent. Elle est brillante, mamelonnée, bulleuse, à cassure conchoïdale, plus ou moins colorée et transparente. La couleur varie du noir foncé au blanc

[1] Le *steinmann* est une petite tourelle faite en pierres sèches, érigée par le premier ascensionniste pour marquer le sommet.

laiteux en passant par le brun, et dépend du minéral qui a été fondu. Les fulgurites au Rympfischhorn sont d'un beau noir, car la roche est riche en amphibole actinote, celles de la Ruinette sont brun pâle, la roche étant un gneiss chloriteux où le feldstpath prédomine.

La nature boursouflée de la fulgurite provient de ce que, au moment du coup de foudre, la pierre était humide. Par l'analyse on ne peut, il est vrai, trouver aucune trace d'eau dans la masse fondue, mais la substance brute en fournit assez pour expliquer le boursouflement du verre[1].

Examinée au microscope, la fulgurite présente outre les pores vides dus à la dilatation de la vapeur d'eau, un grand nombre d'inclusions solides sans formes bien définies et irrégulièrement réparties dans une masse vitreuse homogène. Ces inclusions ne sont que des débris de minéraux arrachés et n'ayant pas eu le temps de fondre.

Étudiée à la lumière polarisée, cette masse n'est pas biréfringente (tandis que les inclusions le sont, quartz, feldspath, etc.), elle n'a donc pas le caractère du verre trempé.

Si l'on trempe une fulgurite dans l'acide fluorhydrique étendu, il se forme des figures de corrosion représentant exactement des lignes parallèles aux courbes de *niveau géographique* des petits mamelons.

La densité apparente (c'est-à-dire les pores compris) de la masse fondue est de 2,25.

Il était intéressant de faire une analyse chimique complète d'une fulgurite pour savoir si, dans l'acte de cette fusion instantanée, sous l'influence d'un courant électrique intense, il ne se passe pas une réaction chimique spéciale.

L'analyse fut faite en utilisant un échantillon du Mont Blanc de Seillon, sur gneiss d'Arolla (chlorite, oligoclase, orthose, quartz).

Elle a donné :

[1] Cette eau est répartie dans les leptoclases en proportion de 0,533 à 2 ‰ (voir *Écho des Alpes*, 1884 : Note sur l'érosion).

Silice	65,73
Alumine	19,59
Peroxyde de fer	5,57
Chaux	3,03
Magnésie	1,71
Alcalis (p. diff.)	(4,37)
	100,00

La couleur brunâtre du verre faisait penser que le fer devait être à l'état de peroxyde, ce que l'analyse vint confirmer. Il y a donc oxydation énergique du fer contenu dans la chlorite.

On voit aussi que le verre est à peu près un mélange d'oligoclase et de chlorite fondues. Il serait difficile de dire en quelles proportions.

Au bout d'un certain temps, la fulgurite pas plus que la roche qui l'avoisine, n'échappe à l'action érosive de l'atmosphère. Au Weissmies il s'est trouvé un verre dont la surface, étudiée au microscope, avait perdu son poli et son brillant, et présentait un grand nombre de ponctuations rapprochées et irrégulières; signe certain d'un commencement d'érosion.

Un autre échantillon récolté à la Ruinette était recouvert d'un enduit peu adhérent d'un minéral en fine poussière cristalline, très biréfringent, mais dont la nature n'a pu être déterminée. La fulgurite avait l'apparence fortement érodée, mais en grattant quelque peu, l'on mettait à nu sa surface polie et brillante.

Jusqu'à présent, on a trouvé des fulgurites sur neuf des hauts sommets de nos Alpes, et il n'est pas douteux que l'on en découvre encore sur d'autres, pour peu que l'attention soit attirée sur ce sujet.

Comme complément de la communication qui vient d'être faite, M. le prof. Chaix montre des fulgurites d'une toute autre nature, recueillies dans la plaine sablonneuse de la Sennerheide dans la Principauté de Lippe, lesquelles sont tout à fait analogues à celles qu'on trouve dans les déserts africains, en particulier dans le Sahara. Les coups de foudre sont en

effet beaucoup plus fréquents qu'on ne le pense dans les grandes plaines et lorsqu'ils frappent une étendue de sable, ils y laissent un sillon plus ou moins long de sable vitrifié.

M. Ch. Soret communique quelques nouvelles recherches relatives à l'*État d'équilibre que prend, au point de vue de sa concentration, une dissolution saline primitivement homogène, dont deux parties sont portées à des températures différentes.*

M. Soret avait reconnu précédemment [1] que pour l'azotate de potasse, et les chlorures de sodium, de potassium et de lithium, la concentration de la solution tend à augmenter dans la partie refroidie, et à diminuer dans la partie chaude. Il a obtenu constamment le même résultat pour tous les sels qu'il a examinés depuis lors. Les chiffres ci-dessous donnent le poids de sel anhydre contenu dans 100 grammes de la dissolution. Pour les sels de cuivre seulement, on donne le poids du cuivre métallique contenu dans 100 grammes de la dissolution.

Iodure de potassium (56 jours).

Partie froide. F	Partie chaude. C	Différence. F—C	$\frac{F-C}{F}$
20,056	19,292	0,764	0,038
12,166	11,817	0,349	0,028

Bromure de potassium (55 jours).

Partie froide. F	Partie chaude. C	Différence. F—C	$\frac{F-C}{F}$
32,246	29,697	2,549	0,079
29,612	27,365	2,247	0,076
22,601	20,841	1,760	0,078

Azotate de soude (55 jours).

Partie froide. F	Partie chaude. C	Différence. F—C	$\frac{F-C}{F}$
37,661	33,781	3,880	0,103
31,025	27,766	3,259	0,105
18,051	17,135	0,916	0,053

[1] *Archives*, 1879, II, 481; 1880, IV, 209.

Sulfate de soude (56 jours).

Partie froide. F	Partie chaude. C	Différence. F—C	$\frac{F-C}{F}$
6,057	4,986	1,071	0,215
3,806	3,251	0,555	0,171

Bichromate de potasse (56 jours).

Partie froide. F	Partie chaude. C	Différence. F—C	$\frac{F-C}{F}$
7,500	6,884	0,616	0,089
5,541	5,192	0,349	0,063
2,497	2,403	0,094	0,037

Azotate de cuivre (56 jours).

Partie froide. F	Partie chaude. C	Différence. F—C	$\frac{F-C}{F}$
8,243	7,872	0,371	0,047
5,257	5,010	0,247	0,049

Sulfate de cuivre (56 jours).

Partie froide. F	Partie chaude. C	Différence. F—C	$\frac{F-C}{F}$
7,646	6,114	1,532	0,200
4,437	3,594	0,843	0,190

Ces expériences ont été faites avec le même appareil que précédemment (voir le mémoire cité plus haut), la partie chaude était maintenue à 78°—80°, et la partie froide entre 15° et 18°.

On voit qu'il s'est toujours manifesté un transport de sel de la partie chaude à la partie froide, et dans beaucoup de cas la différence des deux concentrations au bout de 55 à 56 jours est pour un même sel à peu près proportionnelle à la concentration de la partie froide, ou ce qui revient sensiblement au même, à la concentration moyenne du liquide. Cette loi ne se vérifie pas pour le bichromate de potasse; peut-être ce sel a-t-il besoin d'un temps plus considérable pour atteindre son état d'équilibre. Il y a également pour l'azotate de soude une anomalie difficile à expliquer, étant

données les précautions qui ont été prises pour rendre les expériences comparables entre elles.

M. Soret a fait de plus un assez grand nombre d'essais pour déterminer la marche du phénomène avec le temps. Une première série faite avec le même appareil donne les résultats suivants.

Sulfate de cuivre.

Durée de l'expérience.	Partie froide. F	Partie chaude. C	Différence. F—C	$\frac{F-C}{F}$
9 jours.	5,588	5,230	0,358	0,064
20 jours.	5,103	4,473	0,630	0,123
30 jours.	6,365	5,690	0,675	0,118
»	3,020	2,550	0,470	0,155

Une dernière série de 38 expériences, faite sur le même sel à une concentration uniforme de 5 % environ, avec un appareil disposé pour chauffer simultanément vingt tubes à la fois, a donné des résultats toujours dans le même sens et du même ordre de grandeur. Malheureusement par suite d'un défaut de construction de l'appareil, les tubes n'étaient probablement pas chauffés également, et les résultats obtenus ne sont pas assez concordants pour ajouter grand chose aux chiffres ci-dessus. Le seul point à mentionner, c'est que, bien que quelques-unes des expériences aient été prolongées pendant 178 jours, on n'a jamais obtenu de valeur de $\frac{F-C}{F}$ supérieure à 0,210. On peut donc admettre que dans les deux expériences rapportées plus haut, le sulfate de cuivre était sensiblement arrivé à son état d'équilibre au bout de 56 jours.

M. P. DE LORIOL résume la seconde partie de son *Catalogue raisonné des Échinodermes de l'île Maurice*, comprenant les Stellérides.

L'étude des Stellérides, envoyés de l'île Maurice par M. de Robillard, n'a pas donné des résultats moins intéressants que celle des Échinides, au sujet desquels l'auteur a donné, l'année dernière, quelques détails à la Société.

Le nombre des espèces venues à sa connaissance s'élève

à 34 ; nombre relativement considérable, car M. de Robillard, dans ses recherches, n'emploie pas la drague ; le petit nombre d'espèces des grands fonds qu'il a pu se procurer ont été amenées par les lignes des pêcheurs. Celles qui ont été envoyées ne représentent guère que les espèces littorales. Sur ces 34 espèces de l'île Maurice, il y en a 8 qui n'étaient pas encore connues ; parmi les 26 autres, 6, à sa connaissance du moins, n'ont pas encore été mentionnées dans la faune de cette île. Quatorze espèces de Maurice se retrouvent dans la mer Rouge, à Mozambique, ou dans les régions voisines, et 10 dans l'Archipel indien. Quatre espèces seulement seraient communes avec l'Australie, mais il se peut fort bien qu'il y en ait encore quelques autres. Six espèces, indépendamment des espèces nouvelles, n'ont pas été rencontrées jusqu'ici, en dehors de l'île Maurice ; ce sont :

Valvaster striatus, Perrier.
Linckia marmorata, Michelin.
Leiaster Leachii, Gray.
Ferdina flavescens, Gray.
Pentaceros Grayi, J. Bell.
Astropecten mauritianus, Gray.

Par contre, cinq espèces, citées par les auteurs, n'ont pas été envoyées par M. de Robillard.

Il est probable aussi que quelques espèces citées à Madagascar et à Mozambique, finiront par être retrouvées à Maurice. Cependant les recherches de M. de Robillard ont été activement poursuivies depuis plusieurs années, et il y a assez longtemps, d'après ce qu'il écrit, qu'il n'a rencontré aucune espèce distincte de celles qu'il a envoyées. Lorsque les dragages pourront être exécutés, les découvertes ne manqueront certainement pas. Une preuve nouvelle vient d'en être fournie. Il y a peu de semaines on a recueilli à l'île Maurice un exemplaire du *Cœlopleurus Maillardi*, qui s'est trouvé fixé à une ligne de pêche descendue à 80 brasses ; cet oursin, très intéressant, n'est connu que par un seul échantillon que M. Maillard s'était procuré de la même manière à l'île de la Réunion.

Un certain nombre de Stellérides paraissent être particulièrement abondants à Maurice. Ainsi :

L'*Asterias calamaria*, espèce appartenant au type de l'*Ast. tenuispina* de la Méditerranée. Elle se retrouve à la Nouvelle-Zélande et en Australie.

L'*Echinaster purpureus*, qui est aussi très voisin d'un type fort répandu dans la Méditerranée, l'*Echinaster sepositus*.

Il existe encore dans la mer Rouge et aux Philippines.

Le *Mithrodia clavigera*, qui parvient à Maurice à une très grande taille, et se montre avec quatre et six bras, au lieu de cinq, nombre normal.

Le *Linckia multifora*, très fréquent et, très souvent, à l'état de « comète » avec un bras long et épais, et les quatre autres fort petits ou rudimentaires.

Viennent ensuite, parmi les espèces les plus fréquentes :

L'*Ophidiaster cylindricus* qui, en dehors de Maurice, n'a guère été rencontré ailleurs qu'aux îles Viti.

Le *Scytaster variolatus*, non moins abondant dans l'Archipel Indien qu'à Maurice; il a, normalement, cinq bras, mais on le trouve avec quatre, six, et même sept bras.

Le *Culcita Schmideliana*, qui varie quant au revêtement dermal de sa face dorsale, tantôt simplement finement granuleuse, tantôt armée de nombreux piquants coniques.

L'*Archaster angulatus*, enfin, qui était regardé comme spécial à Maurice, où il est fort commun, mais qui, d'après M. Perrier, se retrouve aussi en Australie.

Les *Pentaceros* sont représentés à Maurice par trois espèces de grande taille, très épineuses, très ornées, dont deux sont nouvelles.

Par contre les *Pentagonaster* et les *Goniodiscus* ne comptent que de rares représentants.

M. de Loriol mentionne encore le *Brisingaster Robillardi*, espèce nouvelle, très curieuse, à bras nombreux et très grêles, type d'un nouveau genre de la famille des Brisingidées, qui en compte déjà plusieurs, bien qu'elle ne soit connue que depuis peu d'années.

M. le prof. H. Fol fait part à la Société d'un télégramme venu d'Australie et publié par le journal anglais *Nature*, d'après lequel l'ornithorynque est réellement ovipare, bien que ce soit incontestablement un mammifère. L'auteur du télé-

gramme, est M. Caldwell, élève de l'Université de Cambridge, et dont le nom est déjà connu des zoologistes.

M. le prof. Fol présente ensuite à la Société la 1re livraison d'un ouvrage dont il a entrepris la publication en langue allemande, et qui a pour titre : *Traité d'anatomie comparée microscopique*[1]. Ce livre est destiné à combler une vaste lacune qui existe dans la bibliographie des sciences zoologiques. Il comprendra l'étude des tissus animaux au point de vue de leur formation et de leur structure comparée dans tout le règne animal, ainsi que l'anatomie des organes des sens et du système nerveux, celle des animaux unicellulaires, champ qui se trouve à la limite entre l'histologie et l'anatomie comparée et qui a été trop négligé jusqu'à ce jour. L'anatomie microscopique est l'objet de la plupart des travaux originaux qui se sont publiés en zoologie dans ces 20 dernières années. Néanmoins personne n'avait entrepris d'élaborer ce matériel énorme pour le présenter sous une forme concise et facilement assimilable. C'est ce travail considérable que M. Fol a eu le courage d'entreprendre, et dont il présente aujourd'hui une 1re livraison de 210 pages, avec 84 gravures, contenant la partie technique. La 2me livraison traitera la cellule et les animaux unicellulaires, la troisième, l'ectoderme et le système nerveux, la quatrième, l'entoderme et ses dérivés.

M. le prof. Schiff a recherché si quelques animaux possèdent la même propriété que l'homme relativement à *la production de sucre au contact de la salive.* Il l'a retrouvée en effet comme chez l'homme chez quatre espèces de singes de l'ancien monde, et cela même chez des petits de six semaines.

[1] *Lehrbuch der vergleichenden mikroskopischen Anatomie, mit Einschluss der vergleichenden Histologie und Histogenie*, von Dr Hermann Fol, Leipzig, Verlag von Wilhelm Engelmann. 1884, in-8°.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS DE

NOVEMBRE 1884

Le 1er, brouillard le matin; hâle à 7 h. du soir; rosée le soir.
2, 3, 4, 5, 6 et le 7, brouillard persistant; il est presque toujours enveloppant et même parfois si intense qu'on n'aperçoit pas un bec de gaz à 100^{m} de distance. Chaque jour il produit une faible quantité d'eau au pluviomètre; la durée de la précipitation est naturellement très indéterminée et les chiffres indiqués pour le nombre d'heures n'ont pas de valeur réelle.
7, légère pluie depuis 9 $^1/_4$ du soir.
8, pluie dans la nuit; brouillard à 7 h. du soir.
9, brouillard dans la nuit et à 7 h. du matin; forte rosée le soir.
10, brouillard tout le jour; il produit 0^{mm},4 d'eau.
11, 12, 13, brouillard tout le jour; légère éclaircie le 13 vers 7 h. du soir.
14, brouillard le matin et le soir.
15, 16, 17, brouillard tout le jour.
18, brouillard le matin et le soir; légère neige dans la plaine la nuit du 17 au 18.
19, très forte bise l'après-midi.
20, très forte bise dans la nuit et le matin. Le croissant de la lune apparaît de nuance verte dans la lueur crépusculaire.
21, brouillard le matin; légère neige l'après-midi.
22, neige dans la nuit et le jour; hauteur 6^{cm}.
23, neige dans la nuit et à 4 h. du soir.
24, brouillard le soir.
25, légère neige dans la nuit et le matin; brouillard depuis 7 h. du soir.
26, brouillard le matin.
27, brouillard tout le jour; tremblement de terre assez fort à 11 h. 3 m. du soir; la température reste constamment au-dessous de 0°.
29, légère neige à 7 h. du matin.
30, neige dans la nuit et à 7 h. du soir; hauteur 3^{cm}.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
		Le 2 à 7 h. soir	728,48
Le 5 à 11 h. soir	735,99		
		7 à 4 h. soir	731,48
9 à 10 h. matin	737,36		
		13 à 2 h. soir	730,71
15 à 2 h. matin	735,12		
		21 à 7 h. soir	718,58
27 à 10 h. matin	735,99		
		30 à 2 h. matin	720,07

GENÈVE. — NOVEMBRE 1884.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Écart avec la hauteur normale	Minim. observé au barogr.	Maxim. observé au barogr.	Température C. Moyenne des 24 heures	Écart avec la temp. normale	Minim.	Maxim.	Fract. de saturation en millièmes Moy. des 24 h.	Écart avec la fraction norm.	Minim.	Maxim.	Pluie ou neige Eau tomb. d. les 24 h.	Nomb. d'h.	Vent dominant.	Nébulosité moyenne	Temp. du Rhône Midi.	Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	millim.	millim.	o	o	o	o					mm.				o	o	cm
1	734,29	+ 8,13	732.32	736,68	+ 8,16	+ 1,19	+ 3,4	+12.9	856	+ 22	670	970	...	...	S. 1	0,48	+11.5	— 0.2	107,0
2	729.95	+ 3.79	728.48	732.20	+ 5.69	— 1,10	+ 2.2	+ 7.9	946	+112	840	1000	0.3	1	SSO. 1	1,00	...	.....	109.0
3	729.36	+ 3,21	728 63	730,40	+ 5,41	— 1,20	+ 3.8	+ 7,2	981	+146	900	1000	0,2	1	SSO. 1	1,00	11,6	+ 0,2	106,0
4	731,46	+ 5,30	730,38	732,62	+ 4,34	— 2,10	+ 2,3	+ 6,2	986	+151	920	1000	0.3	1	SSO. 1	1,00	11,4	+ 0.1	103.7
5	733.80	+ 7,64	732.94	735,99	+ 2,64	— 3,62	— 0,2	+ 5,7	994	+158	970	1000	0.3	1	SSO. 1	1,00	11.0	— 0,1	103.0
6	734.14	+ 7,98	733,36	735.01	+ 2.80	— 3,29	— 0,1	+ 4,5	1000	+164	1000	1000	0,4	2	SSO. 1	1,00	10.9	— 0.1	101.1
7	732.83	+ 6.66	731,48	733.66	+ 3.99	— 1,93	+ 1,3	+ 5,1	994	+157	970	1000	1,0	2	SSO. 1	1,00	11,2	+ 0.3	101,0
8	735 56	+ 9,38	733,68	736,85	+ 9,19	+ 3.45	+ 4,7	+13.5	896	+ 59	730	1000	0.6	2	N. 1	0,63	11,1	+ 0,4	101,9
9	736,54	+10,35	735.77	737,36	+ 9.74	+ 4,17	+ 4,6	+13,7	894	+ 56	740	970	0.1	1	N. 1	0,52	...	.....	103 0
10	735.98	+ 9,78	735,00	736,84	+ 7,36	+ 1.96	+ 4,0	+ 8.9	954	+116	910	1000	0.4	2	N. 1	1,00	11,4	+ 0.9	100,0
11	735,46	+ 9.25	734.86	736,13	+ 7.55	+ 2.31	+ 6,4	+ 8,1	834	— 5	780	910	...	...	E. 1	1.00	11,3	+ 1,0	98,5
12	733.77	+ 7,55	732.83	735.07	+ 6,13	+ 1.06	+ 4,6	+ 6.8	842	+ 3	810	870	...	...	NNE. 1	1,00	11,3	+ 1,1	98,5
13	731,75	+ 5.51	730 71	733,10	+ 3.82	— 1,09	+ 1,8	+ 4 9	814	— 26	710	900	...	...	NNE. 1	0,93	10,3	+ 0 2	97,0
14	733,61	+ 7,36	733,07	734 66	+ 2,43	— 2,31	+ 1,3	+ 4.5	706	—134	680	750	...	...	ENE. 1	0,82	10,1	+ 0.1	96 3
15	734,26	+ 7,99	733,27	735,12	+ 2,52	— 2,06	+ 1,2	+ 4,0	782	— 59	740	820	...	...	NE. 1	1,00	10,1	+ 0.3	94.3
16	731,13	+ 4,84	730,14	733,20	+ 1.79	— 2,63	+ 0,7	+ 2,6	800	— 41	760	820	...	...	E. 1	1,00	...	.....	94,0
17	729.64	+ 3.33	728,90	730.36	+ 1,38	— 2.88	— 1,0	+ 3.3	819	— 23	750	930	...	...	SSE. 1	0,93	9,6	0.0	90.8
18	729,20	+ 2.86	728.39	730,07	+ 2,84	— 1,26	— 1,1	+ 8,0	791	— 51	570	960	0.2	1	S. 1	0,83	9,6	+ 0,2	89.2
19	728,25	+ 1.89	727.41	729.72	+ 3,07	— 0,88	+ 1,0	+ 4.9	700	—143	500	870	...	...	NNE. 2	0,73	9,5	+ 0.2	89,0
20	726,99	+ 0,60	725,17	728.03	+ 1,29	— 2,50	— 2,7	+ 4,1	692	—151	500	840	...	...	N. 1	0,10	7,6	— 1,6	92 7
21	720.60	— 5,81	718,58	724,83	+ 0,01	— 3,63	— 3,4	+ 3,5	879	+ 35	700	990	0.5	2	variable	0,90	7,4	— 1,7	87,5
22	720,93	— 5,51	719,15	723,49	+ 0,05	— 3,44	— 1,0	+ 0.6	990	+145	950	1000	10.5	20	S. 1	1,00	6,7	— 2,3	86,5
23	724.94	— 1,53	723,26	728,49	+ 1.16	— 2,18	— 1,5	+ 4.1	761	— 84	560	1000	0.5	2	NE. 1	0,77	...	.....	88 0
24	730,44	+ 3,94	728.79	731.59	— 2,57	— 5,77	— 7,6	+ 4.9	851	+ 5	600	990	...	...	variable	0,55	6.1	— 2,6	85,1
25	730,49	+ 3,96	729.90	731.67	— 1.94	— 5,00	— 4,8	+ 0.9	959	+112	890	1000	0.5	3	SO. 1	0 83	6,1	— 2,5	84.0
26	732,85	+ 6,28	731,76	734.89	— 1,12	— 4,04	— 3,7	+ 2,6	899	+ 52	760	1000	...	...	S. 1	0,78	7,7	— 0.8	83,0
27	734,80	+ 8,20	733.26	735.99	— 2.82	— 5,60	— 7,6	— 0,1	948	+100	910	1000	...	...	SSO. 1	1,00	7,6	— 0.8	82,9
28	728.81	+ 2,17	723,99	733,31	+ 1,64	— 1.00	— 0,7	+ 5,3	770	— 78	620	880	...	...	variable	1,00	7,6	— 0.7	83.0
29	722.01	— 4,66	720.33	723.79	+ 2.31	— 0.20	— 0,5	+ 5,3	750	— 99	660	850	0,2	1	SSO. 1	0.77	7,7	— 0,5	80,0
30	724.13	— 2.58	720,07	726,41	— 0,26	— 2,64	— 3,2	+ 3,4	884	+ 34	770	1000	2,2	3	SSO. 1	0,75	...	.....	79,0

MOYENNES DU MOIS DE NOVEMBRE 1884.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	Baromètre.							
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	733,59	733,38	733,75	734,06	733,15	732,63	733,06	733,50
2e »	732,14	731,77	731,69	731,74	730,99	730,79	731,06	731,07
3e »	726,93	726,82	726,93	727,47	726,82	726,79	727,08	727,15
Mois	730 89	730,66	730,79	731,09	730,32	730,07	730,40	730,57
	Température.							
	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+ 4,73	+ 4,75	+ 4,86	+ 6,34	+ 8,27	+ 7,60	+ 5,95	+ 4,95
2e »	+ 2,92	+ 2,63	+ 2,69	+ 3,75	+ 4,64	+ 4,27	+ 3,05	+ 2,30
3e »	− 1,47	− 1,75	− 1,34	+ 0,45	+ 2,26	+ 0,80	− 0,54	− 1,24
Mois	+ 2,06	+ 1,88	+ 2,07	+ 3,51	+ 5,05	+ 4,23	+ 2,82	+ 2,00
	Fraction de saturation en millièmes.							
1re décade	978	984	982	939	865	910	968	975
2e »	812	846	827	768	697	720	760	795
3e »	933	905	896	863	755	810	867	923
Mois	908	912	902	857	772	813	865	898

	Therm. min.	Therm. max.	Température du Rhône.	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0	0		mm	cm
1re décade	+ 2,60	+ 8,56	+ 11,26	0,86	3,6	103,57
2e »	+ 1,22	+ 5,12	+ 9,93	0,83	0,2	94,03
3e »	− 3,40	+ 3,05	+ 7,11	0,84	14,4	83,90
Mois	+ 0,01	+ 5,58	+ 9,46	0,84	18,2	93,83

Dans ce mois l'air a été calme 1,1 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,71 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 34°,4 E. et son intensité est égale à 10,6 sur 100.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE NOVEMBRE 1884.

Le 1er, brouillard à 10 h. du soir.
2, brouillard par un fort vent tout le jour.
7, assez fort vent l'après-midi.
13, forte bise depuis 1 h. du soir.
18, forte bise tout le jour; neige le matin; brouillard l'après-midi et le soir.
19, brouillard par une forte bise tout le jour; neige à 10 h. du soir.
20, neige dans la nuit; forte bise à 7 h. du matin.
21, neige l'après-midi; brouillard le soir.
22, neige jusqu'à 1 h. du soir, puis brouillard; forte bise depuis 4 h. du soir.
23, forte bise tout le jour; neige le matin; brouillard depuis 1 h. du soir.
24, forte bise tout le jour.
25, neige le matin.
26, forte bise depuis 7 h. du soir.
27, forte bise dans la nuit et le matin.
29, neige presque tout le jour; brouillard à 10 h. soir; forte bise depuis 4 h. soir.
30, forte bise jusqu'à 7 h. du soir; brouillard jusqu'à 1 h. du soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM

	mm
Le 6 à 10 h. soir	571,70
9 à 11 h. soir	574,20
15 à minuit	566,68
27 à 11 h. matin	564,73

MINIMUM.

	mm
Le 3 à 5 h. matin	564,40
7 à 4 h. soir	570,69
14 à 6 h. matin	564,96
22 à 6 h. matin	553,16
30 à 5 h. matin	553,60

SAINT-BERNARD. — NOVEMBRE 1884.

Jours du mois.	Baromètre.				Température C.				Pluie ou neige.			Vent dominant.	Nébulosité moyenne.
	Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum. observé au barographe	Maximum. observé au barographe	Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum absolu.	Maximum des 6 observat.	Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures.		
	millim.	millim.	millim.	millim.	0	0	0	0	millim.	millim.			
1	571,45	+ 8,15	570,02	573,20	+ 1,29	+ 4,45	— 3,0	+ 4,6	.....	.....	....	variable	0,35
2	566,93	+ 3,70	565,30	569,98	— 4,54	— 1,24	— 5,4	— 3,9	.....	.....	....	SO. 2	1,00
3	565,24	+ 2,08	564,40	566,62	— 3,84	— 0,40	— 7,0	— 2,7	.....	.....	....	NE. 1	0,18
4	567,59	+ 4,49	566,70	568,98	+ 0,04	+ 3,62	— 3,7	+ 2,1	.....	.....	....	NE. 1	0,03
5	570,20	+ 7,16	569,00	571,52	+ 0,49	+ 4,21	— 1,8	+ 3,5	.....	.....	....	SO. 1	0,00
6	571,36	+ 8,38	570,91	571,70	+ 0,44	+ 4,30	— 1,4	+ 2,7	.....	.....	....	SO. 1	0,00
7	571,12	+ 8,20	570,69	571,60	+ 0,01	+ 4,00	— 2,2	+ 2,5	.....	.....	....	SO. 1	0,00
8	572,39	+ 9,53	571,16	573,51	+ 1,11	+ 5,23	— 0,2	+ 2,2	.....	.....	....	SO. 1	0,08
9	573,78	+10,98	573,56	574,20	+ 2,34	+ 6,59	+ 0,4	+ 4,8	.....	.....	....	SO. 1	0,03
10	573,36	+10,61	573,00	573,86	+ 2,81	+ 7,19	+ 0,6	+ 6,2	.....	.....	....	SO. 1	0,47
11	571,91	+ 9,21	571,34	573,10	+ 2,07	+ 6,58	— 0,4	+ 5,1	.....	.....	....	SO. 1	0,53
12	569,65	+ 7,00	568,44	571,37	+ 0,27	+ 4,92	— 0,7	+ 2,2	.....	.....	....	SO. 1	0,18
13	565,98	+ 3,38	565,00	568,30	— 2,46	+ 2,32	— 4,0	— 0,3	.....	.....	....	NE. 2	0,28
14	565,57	+ 3,02	564,96	566,50	— 4,54	+ 0,36	— 5,7	— 2,7	.....	.....	....	NE. 1	0,02
15	566,15	+ 3,65	565,43	566,68	— 4,76	+ 0,26	— 6,6	— 3,2	.....	.....	....	NE. 1	0,00
16	563,56	+ 1,10	562,80	565,30	— 7,34	— 2,20	— 8,7	— 5,6	.....	.....	....	NE. 1	0,12
17	562,09	— 0,33	561,25	562,90	— 6,78	— 1,52	— 9,0	— 4,9	.....	.....	....	NE. 1	0,28
18	560,73	— 1,65	560,43	561,30	—10,76	— 5,38	—12,5	— 9,6	100	4,5	....	NE. 2	1,00
19	559,63	— 2,71	558,92	560,74	—12,44	— 6,95	—13,6	—11,1	.....	.....	....	NE. 2	1,00
20	558,47	— 3,83	557,00	559,24	—14,38	— 8,78	—15,5	—13,0	60	1,5	....	NE. 1	0,38
21	554,09	— 8,17	553,18	556,92	—12,74	— 7,03	—15,3	—10,5	90	3,2	....	SO. 1	0,80
22	554,02	— 8,21	553,16	555,22	—13,31	— 7,49	—14,7	—12,1	140	5,4	....	variable	1,00
23	555,32	— 6,87	554,47	556,90	—14,58	— 8,65	—16,0	—13,1	100	3,0	....	NE. 2	1,00
24	559,45	— 2,70	556,95	561,50	—16,43	—10,40	—18,2	—14,2	.....	.....	....	NE. 2	0,28
25	561,14	— 0,98	560,64	561,88	—12,43	— 6,30	—14,4	— 9,9	90	2,9	....	NE. 1	0,73
26	562,61	+ 0,52	561,88	563,80	—13,58	— 7,35	—16,5	—12,4	.....	.....	....	NE. 1	0,35
27	564,30	+ 2,24	563,84	564,73	— 9,81	— 3,48	—14,7	— 7,1	.....	.....	....	NE. 1	0,37
28	561,18	— 0,85	558,51	564,26	— 8,21	— 1,78	— 9,8	— 6,0	.....	.....	....	NE. 1	0,15
29	555,51	— 6,49	553,82	558,56	—11,64	— 5,11	—15,0	— 8,7	280	10,5	....	NE. 2	1,00
30	555,26	— 6,71	553,60	557,12	—15,08	— 8,45	—17,4	—13,0	.....	.....	....	NE. 2	0,77

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A MARTIGNY

pendant le

MOIS DE NOVEMBRE 1884

Le 1er, gelée blanche le matin.
2, gelée blanche à 10 h. du soir; léger brouillard sur la plaine.
3, gelée blanche à 7 h. du matin; léger brouillard sur la plaine.
4, 5, 6, 7, 9 et 10, gelée blanche le matin.
10, brouillard à 10 h. du soir.
11, brouillard dans la nuit et jusqu'à 11 h. du matin.
12, gelée blanche le matin; brouillard depuis 4 h. du soir.
16, gelée blanche le matin; brouillard à mi-côte le soir.
19, assez fort vent du NNO. l'après-midi.
22, id.
23, neige dans la nuit du 22 au 23; hauteur $0^{cm},5$.
24, assez fort vent du NNO. l'après-midi.
29, neige de 10 h. du matin à 2 h. 45 m. du soir; hauteur $9^{cm},5$.
30, brouillard le matin.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM	mm	MINIMUM	mm
Le 6 à 7 h. matin	728,54	Le 2 à 4 h. soir	721,32
9 à 10 h. matin	730,65	7 à 4 h. soir	724,17
15 à 7 h. matin	728,75	13 à 4 h. soir	723,28
27 à 10 h. matin	729,55	21 à 4 h. soir	712,29
		29 à 10 h. soir	714,49

MARTIGNY. — OCTOBRE 1884.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum des 6 observat.	Baromètre. Maximum des 6 observat.	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la température normale.	Température C. Minimum absolu.	Température C. Maximum des 6 observat.	Fraction de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fraction de saturation. Écart avec la fraction normale.	Fraction de saturation. Minim.	Fraction de saturation. Maxim.	Pluie ou neige. Eau tombée d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nomb. d'h.	Vent dominant.	Nébulosité moyenne.
	millim.	millim.	millim.	millim.	0	0	0	0					mm.			
1	726,89	....	725,41	729,03	+ 5,29	....	— 1,8	+12,0	747	.....	570	870	....	...	NNO. 1	0,00
2	722,48	....	721,32	724,15	+ 4,20	....	— 2,1	+10,7	762	.....	530	880	....	...	NNO. 1	0,00
3	722,92	....	721,87	724,12	+ 3,87	....	— 3,2	+ 8,9	787	.....	640	910	....	...	NNO. 1	0,00
4	725,09	....	724,09	726,18	+ 3,94	....	— 2,4	+ 8,8	737	.....	570	860	....	...	NNO. 1	0,03
5	727,39	....	726,31	728,06	+ 4,00	....	— 2,3	+ 9,4	747	.....	570	830	....	...	NNO. 1	0,03
6	727,44	....	726,16	728,54	+ 3,64	....	— 3,0	+ 9,4	750	.....	500	920	....	...	NNO. 1	0,03
7	726,00	....	724,17	727,06	+ 5,40	....	— 0,9	+12,1	748	.....	470	890	....	...	variable	0,10
8	729,49	....	728,85	730,50	+ 7,67	....	+ 1,6	+13,0	728	.....	490	850	....	...	NNO. 1	0,27
9	729,97	....	728,92	730,65	+ 5,85	....	— 0,3	+12,4	785	.....	570	870	....	...	NNO. 1	0,12
10	728,91	....	727,53	730,17	+ 5,50	....	— 1,0	+11,5	825	.....	570	910	....	...	variable	0,17
11	728,75	....	727,98	729,47	+ 4,57	....	+ 1,8	+ 7,7	893	.....	850	930	....	...	NNO. 1	0,60
12	726,73	....	725,92	727,76	+ 3,52	....	— 2,4	+ 7,0	880	.....	790	980	....	...	NNO. 1	0,47
13	724,32	....	723,28	725,17	+ 3,37	....	+ 1,4	+ 5,7	822	.....	730	880	....	...	NNO. 1	1,00
14	726,51	....	725,73	727,41	+ 1,70	....	— 1,1	+ 4,8	763	.....	650	810	....	...	NNO. 1	0,45
15	727,41	....	726,38	728,75	+ 0,52	....	— 3,7	+ 3,6	772	.....	580	900	....	...	NNO. 1	0,32
16	723,84	....	722,48	725,24	+ 0,20	....	— 5,1	+ 3,2	775	.....	480	920	....	...	NNO. 1	0,57
17	722,56	....	721,74	723,66	+ 0,17	....	— 6,0	+ 3,8	757	.....	490	890	....	...	NNO. 1	0,55
18	722,05	....	721,51	722,80	+ 2,25	....	— 1,0	+ 5,0	705	.....	520	870	....	...	NNO. 1	1,00
19	720,78	....	720,30	721,32	+ 2,49	....	+ 1,4	+ 4,4	700	.....	570	880	....	...	NNO. 1	0,97
20	720,07	....	719,03	721,29	— 0,95	....	— 3,8	+ 2,6	775	.....	540	1000	....	...	NNO. 1	0,15
21	713,72	....	712,29	715,83	— 1,11	....	— 5,2	+ 1,5	765	.....	620	870	....	...	variable	0,72
22	714,08	....	713,02	715,76	— 0,11	....	— 4,1	+ 2,9	800	.....	520	910	....	...	NNO. 1	0,63
23	717,78	....	716,37	719,86	+ 0,79	....	— 1,0	+ 2,4	712	.....	590	750	0,6	...	NNO. 1	0,90
24	724,02	....	723,22	724,26	— 2,33	....	— 4,6	+ 0,8	788	.....	630	960	....	...	variable	0,13
25	723,99	....	723,37	724,71	— 1,78	....	— 3,8	+ 0,8	902	.....	710	1000	....	...	NNO. 0	0,98
26	726,46	....	725,70	727,77	— 2,60	....	— 5,1	— 0,4	777	.....	570	1000	....	...	NNO. 1	0,30
27	728,31	....	727,00	729,55	— 3,80	....	— 8,8	— 0,2	892	.....	810	1000	....	...	NNO. 1	0,70
28	722,09	....	719,16	725,63	— 2,40	....	— 7,9	+ 0,6	923	.....	810	1000	....	...	ONO. 0	0,65
29	714,99	....	714,49	715,33	— 1,11	....	— 5,3	+ 1,2	943	.....	880	970	5,0	...	NNO. 1	0,83
30	718,02	....	715,00	719,51	— 1,60	....	— 4,5	+ 1,0	873	.....	710	970	....	...	NNO. 1	0,67

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — NOVEMBRE 1884.

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade...	570,55	570,22	570,19	570,44	570,24	570,17	570,36	570,55
2e » ...	565,32	564,91	564,51	564,52	564,09	563,91	563,92	563,81
3e » ...	558,54	558,22	558,12	558,34	558,03	558,14	558,39	558,54
Mois	564,80	564,45	564,28	564,43	564,12	564,07	564,22	564,30

Température.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	0	0	0	0	0	0
1re décade...	— 0,74	+ 0,69	+ 2,11	+ 1,09	— 0,29	— 0,92
2e » ...	— 6,51	— 5,08	— 4,34	— 5,57	— 6,52	— 6,79
3e » ...	—13,27	—12,35	—11,08	—12,32	—12,79	—13,01
Mois	— 6,84	— 5,58	— 4,44	— 5,60	— 6,53	— 6,91

	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade...	— 2,37	+ 2,20	0,18	—	—
2e » ...	— 7,67	— 4,31	0,38	6,0	160
3e » ...	—15,20	—10,70	0,64	25,0	700
Mois	— 8,41	— 4,27	0,40	31,0	860

Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 2,31 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 51,1 sur 100.

MOYENNES DE MARTIGNY. — NOVEMBRE 1884.

Baromètre.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade...	727,38	727,38	725,99	725,46	726,45	727,05
2e » ...	725,04	724,83	723,91	723,49	724,08	724,21
3e » ...	720,28	720,75	720,06	719,83	720,36	720,56
Mois......	724,23	724,32	723,32	722,93	723,63	723,94

Température.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	0	0	0	0	0	0
1re décade..	+ 0,51	+ 3,23	+10,82	+ 9,23	+ 5,21	+ 4,10
2e » ..	+ 0,18	+ 1,54	+ 4,73	+ 4,06	+ 2,20	+ 1,48
3e » ..	— 3,02	— 0,85	+ 0,99	+ 0,17	— 1,10	— 2,34
Mois.....	— 0,78	+ 1,31	+ 5,51	+ 4,49	+ 2,10	+ 1,08

Fraction de saturation en millièmes.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
1re décade........	859	722	557	724	806	811
2e »	858	797	646	736	771	807
3e »	809	819	842	862	798	805
Mois...........	842	779	682	774	792	808

	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.
	0	0		mm
1re décade........	— 1,54	+10,82	0,07	—
2e »	— 1,85	+ 4,78	0,61	—
3e »	— 5,03	+ 1,06	0,65	5,6
Mois...........	— 2,81	+ 5,55	0,44	5,6

Fig. 2

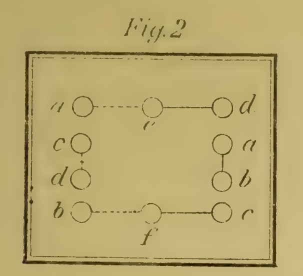
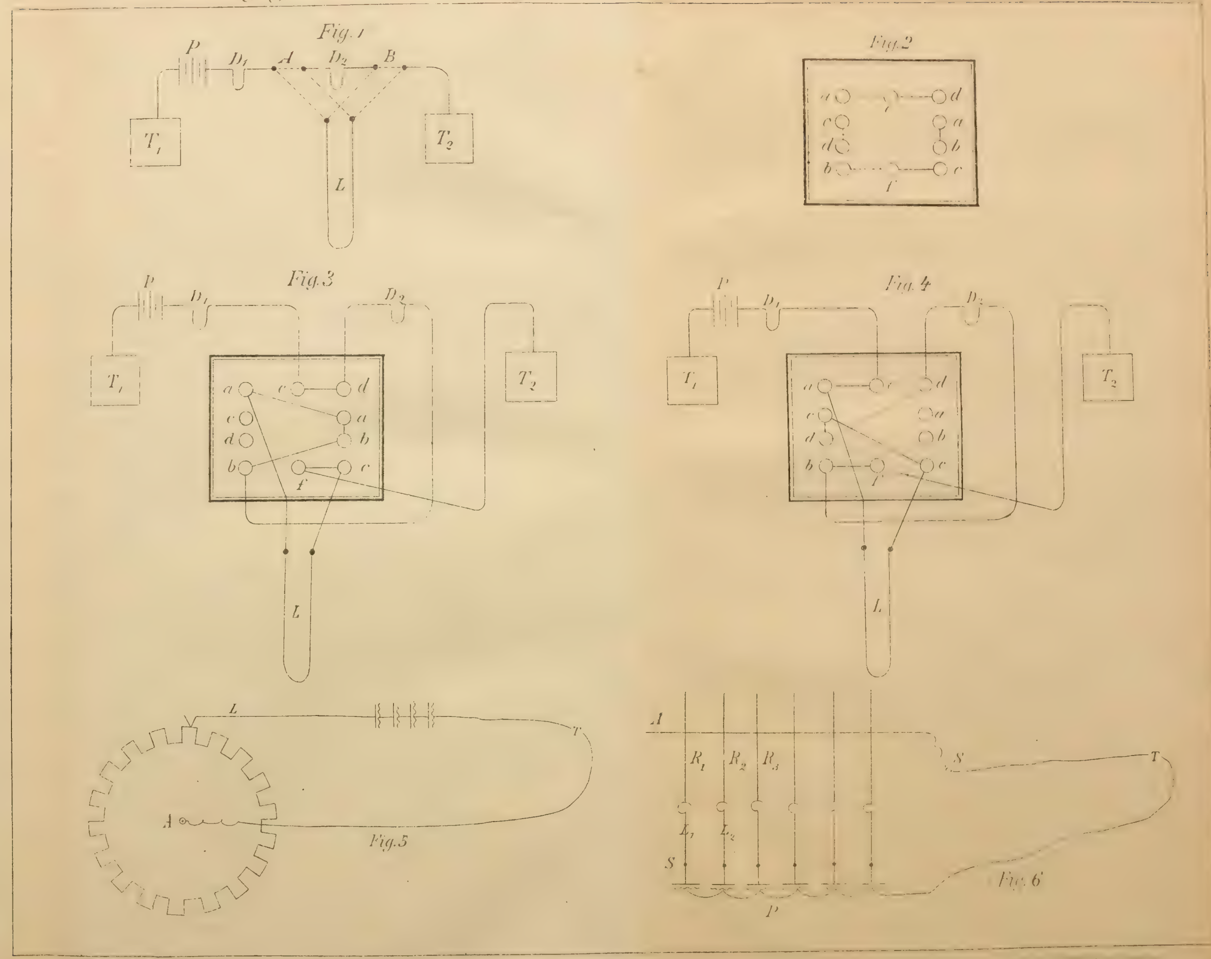


Fig. 4

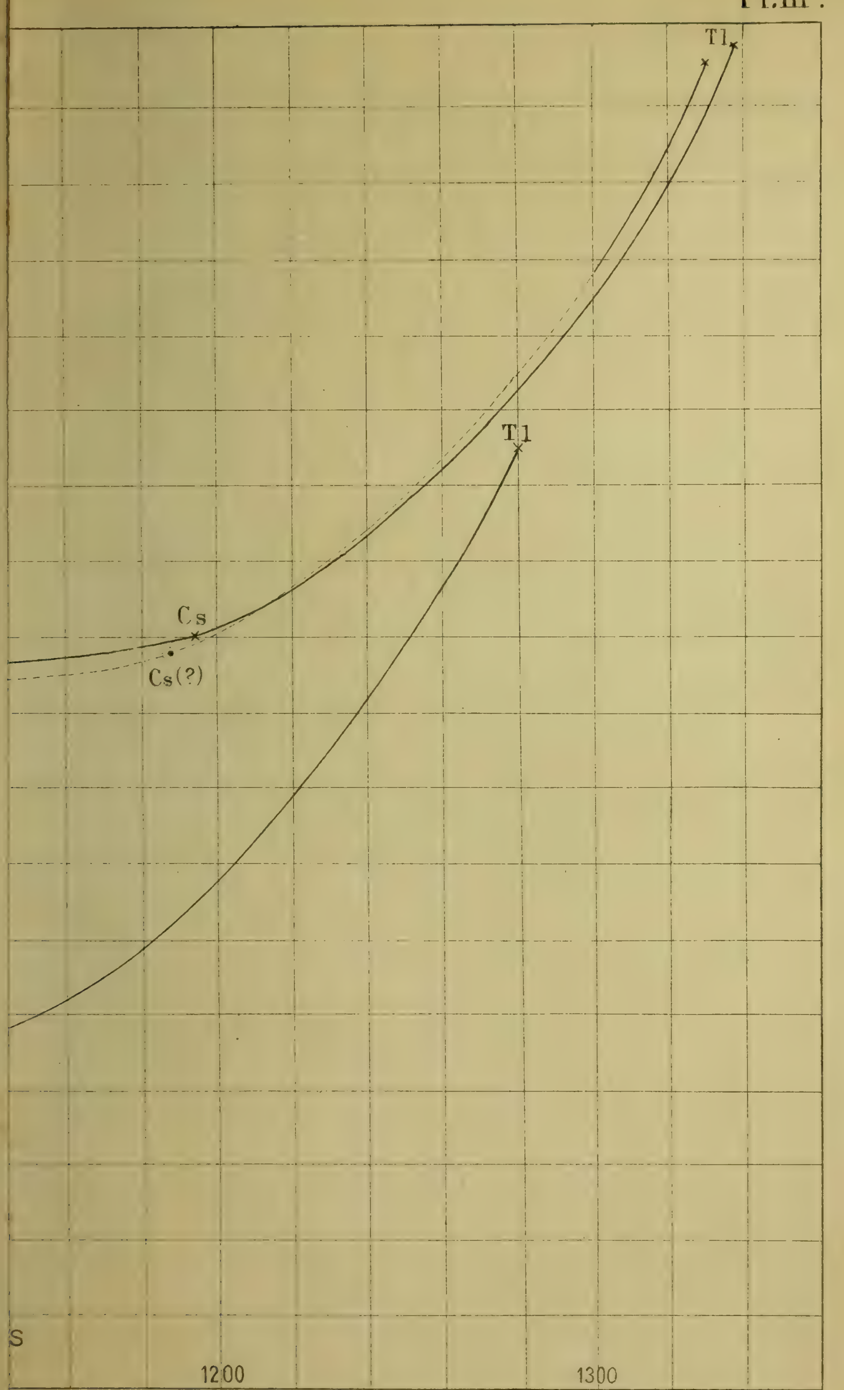
P D_1 D_2 T_1 T_2 a e d c a d b b f c L

Fig. 6

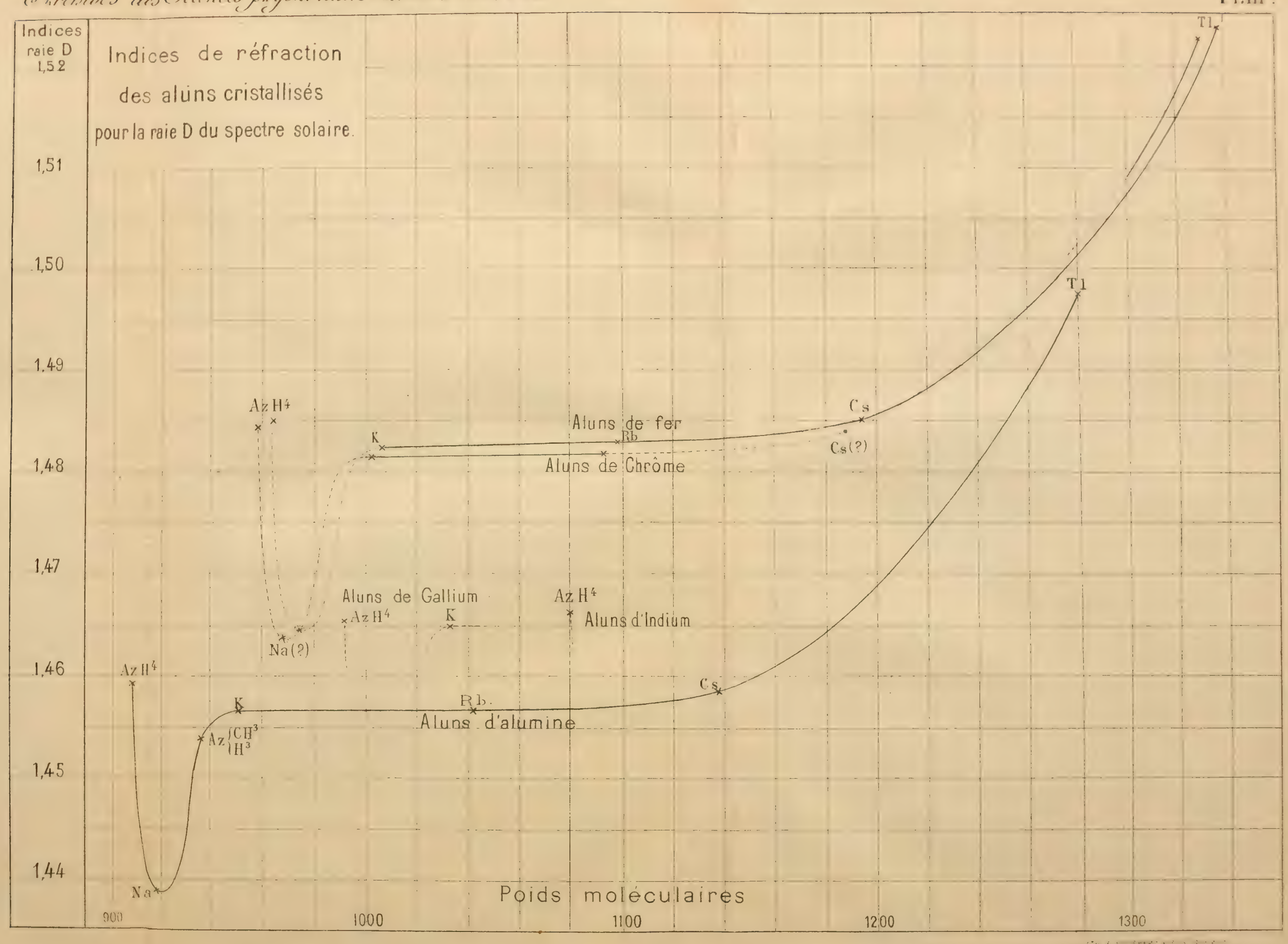
A R_1 R_2 R_3 S T L_1 L_2 S P


Fig. 1
P
D1
A
D2
B
T1
T2
L
Fig. 2
a
d
c
a
d
b
b
f
c
Fig. 3
P
D1
D2
T1
T2
a
c
d
c
a
d
b
b
f
c
L
Fig. 4
P
D1
D2
T1
T2
a
c
d
c
a
d
b
b
f
c
L
L
T
A
Fig. 5
A
R1
R2
R3
S
T
L1
L2
S
P
Fig. 6

Pl. III.



LITH. A. NOIERRAZ & FILS GENÈVE


Indices raie D
1,52
1,51
1,50
1,49
1,48
1,47
1,46
1,45
1,44
Indices de réfraction
des aluns cristallisés
pour la raie D du spectre solaire.
Aluns de fer
Aluns de Chrôme
Aluns de Gallium
Aluns d'Indium
Aluns d'alumine
Az H4
K
Rb
Cs
Cs(?)
Tl
Na(?)
Na
Az CH3 H3
Poids moléculaires
900
1000
1100
1200
1300

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ARCHIVES DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME DOUZIÈME (3me PÉRIODE)

1884. — Nos 7 à 12.

Pages

BULLETIN SCIENTIFIQUE

MATHÉMATIQUES.

PHYSIQUE.

CHIMIE.

GÉOLOGIE.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

BOTANIQUE.

Compte rendu des séances de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

faites à Genève, au Grand Saint-Bernard et à Martigny.

TABLE DES AUTEURS

POUR LES

ARCHIVES DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

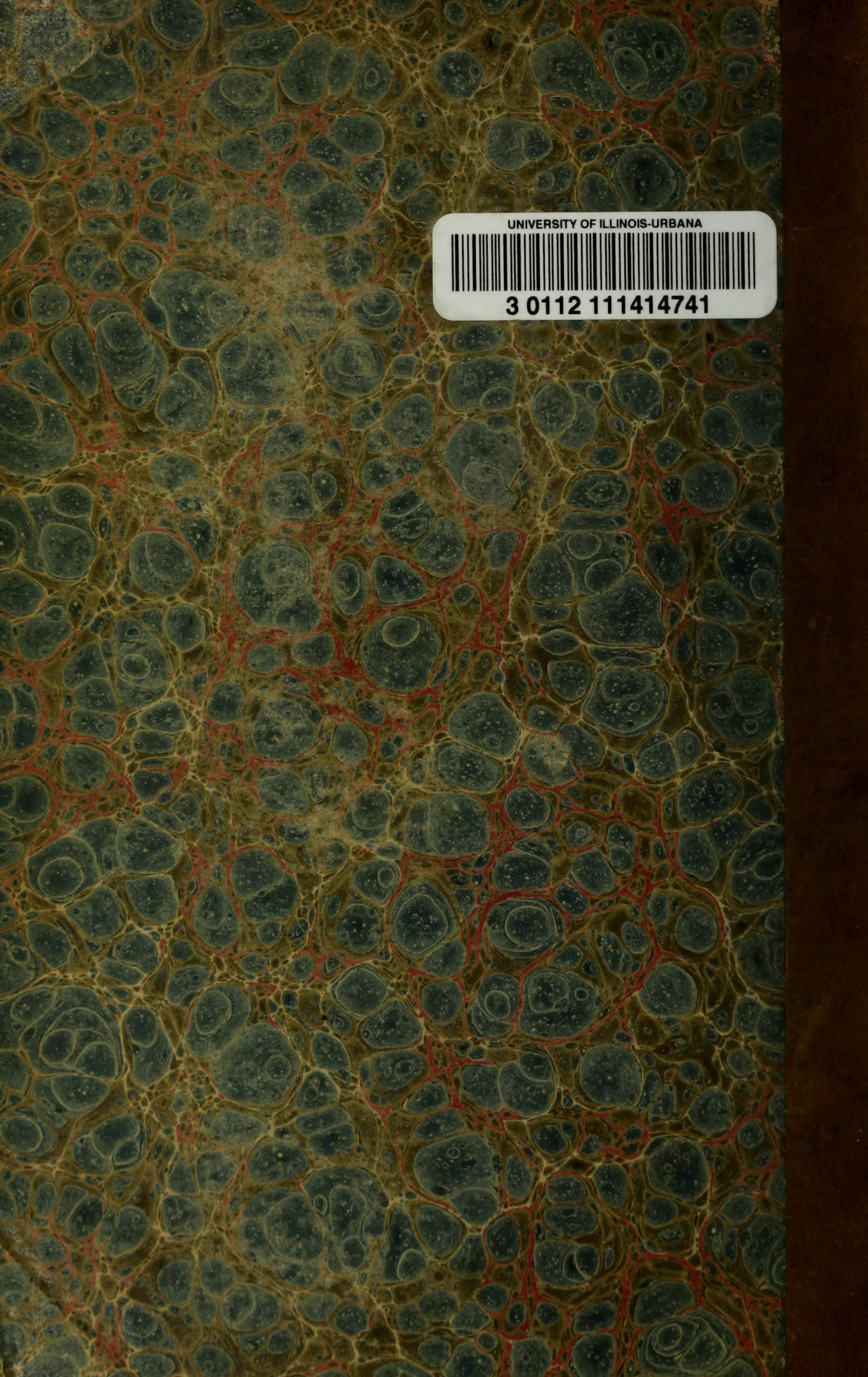
SUPPLÉMENT

A LA BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ANNÉE 1884, Tomes XI et XII (Troisième période).

T

U


UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
3 0112 111414741